SIEMENS

SIMATIC

自动化系统
S7-400容错系统

使用手册

2002年11月版
A5E00068197-06

安全指南

本手册包括应该遵守的注意事项，以保证人身安全，保护产品和所连接的设备免受损坏。这些注意事项都使用符号明显警示，并根据严重程度使用下述文字分别说明：

危险

表示若不采取适当的预防措施，将造成死亡、严重的人身伤害或重大的财产损失。

警告

表示若不采取适当的预防措施，将可能造成死亡、严重的人身伤害或重大的财产损失。

小心

表示若不采取适当的预防措施，将可能造成轻微的人身伤害。

小心

表示若不采取适当的预防措施，将可能造成财产损失。

注意

引起你对产品的重要信息和处理产品或文件的特定部分的注意。

合格人员

只有**合格人员**才允许安装和操作这一设备。合格人员规定为根据既定的安全惯例和标准批准进行试运行、接地和为电路、设备和系统加装标签的人员。

正确使用

注意如下：

警告

本装置及其组件只能用于产品目录或技术说明书中阐述的应用，并且只能与西门子公司认可或推荐的其它生产厂的装置或组件相连接。

本产品只有在正确的运输、贮存、组装和安装的情况下，按建议方式进行运行和维护，才能正确而安全地发挥其功能。

商标

SIMATIC®、SIMATIC HMI®和 SIMATIC NET®为西门子公司的注册商标。

任何第三方为其自身目的的使用与本手册中所及商标有关的其它名称，都将侵犯商标所有人的权益。

郑重声明
我们已核对过，本手册的内容与所述硬件和软件相符。但错误在所难免，不能保证完全的一致。本手册中的内容将定期审查，并在下一版中进行修正。欢迎提出改进意见。

西门子股份有限公司
Bereich Automation and Drives Geschaeftsgebiet Industrial Automation Systems Postfach 4848, D-90327 Nuernberg
Siemens Aktiengesellschaft

Excellence in Automation & Drives: Siemens

前言

本手册的用途

本手册旨在供可编程控制器组态、调试和维修人员所用。

为了能帮助您尽快熟悉产品，我们建议从第三章的示例开始。该示例可以使您能对容错系统有个快速了解。

所需基本知识

为了理解本使用手册，你需要了解自动化技术的基本原理。

当然，还应对 S7 程序熟悉；可以仔细阅读《STEP 7 编程手册》。如果在组态时，需要使用 STEP 7 标准软件，你还应熟悉标准软件的运行，请参见《STEP 7 用户手册》。

适用对象

本手册可供具有调试、操作和维护手册中所及产品资格的人员使用。

本手册的有效性

本手册适用于下列组态：

- CPU 414-4H，固件版本 V3.1
- CPU 417-4H，固件版本 V3.1
- “S7 H 系统”选件包，版本 V5.2 以上

修订

根据“容错系统”的上一版本，所作修订如下：

- 阐述了选件包中所包含的附加功能“冗余 I/O”。
- 在本手册中还添加了容错 CPU 以及相应产品和主题的内容。

说明：根据该“容错系统”的上一版本使用手册，文件编号修改如下：A5E00068197-05.

当前编号为：A5E00068197-06.

认证

SIMATIC S7-400 产品系列经过以下认证:

- UL（美国安全检测实验室公司）认证：UL 508（工控设备）
- CSA（加拿大标准协会）：CSA C22.2 No. 142，（过程控制设备）
- FM（美国工厂联研会）认证：认证标准分类号 3611

关于认证和标准的详细信息，请参见“自动化系统 S7-400，模板规范”参考手册中的第 11 章“标准和认证”。

CE 标志

SIMATIC S7-400 产品系列符合以下 EC 标准的要求和安全规定：

- 欧盟低压指导性文件 73/23/EC
- 欧盟电磁指导性文件 89/336/EEC

C-Tick-Mark

SIMATIC S7-400 产品系列符合以下 AS/NZS 2064（澳大利亚和新西兰）标准的要求。

标准

SIMATIC S7-400 产品系列符合标准 IEC 61131-2 的要求和准则。

该文件在信息环境中的位置

本手册可以单独订货，订货号为 6ES7988-8HA10-8BA0。还可以提供电子版产品光盘“H Options Package（H 选件包）”。

在线帮助

除了使用手册以外，还可以通过集成在软件中的在线帮助系统，提供软件使用详细支持。

帮助系统可以使用许多接口进行访问：

- Help 菜单中包含有许多命令：Contents 可以打开帮助索引。在“组态容错系统调用帮助选件包”，可以找到容错系统的帮助信息。
- How to Use Help（使用帮助）提供有详细的在线帮助使用说明。
- 上下文相关帮助可以提供关于当前的文本信息，例如，一个打开的对话框或一个激活的窗口。这可以通过“Help”按钮或 F1 访问。
- 状态栏提供有其它形式的上下文相关帮助。当鼠标光标放在一个命令上时，可以显示每个菜单命令的简要说明。
- 当鼠标光标在按钮上停放短暂时间，也可以显示工具栏按钮的简要说明。

如果你更愿意阅读打印出来的在线帮助，你可以打印每个帮助主题、工作簿或整个帮助。

选择最适合的方式

为了有助于快速查找所需信息，本使用手册包含有以下辅助手段：

- 在本使用手册的一开始，可以发现有一个完整的目录和图表目录。
- 在每一章的每一页的左边，都提供有每一部分内容的概述。
- 在本使用手册的最后附录中，还提供有术语。术语包括本使用手册所使用的主要技术术语定义。
- 在使用手册最后，还提供有索引，以便于快速查找所需信息。

注意

在编程和调试 S7-400 时，你需要以下使用手册以及使用手册汇编：

使用手册/手册汇编	内容
S7 和 M7 标准软件 STEP 7 基本信息	• 通过编程器/PC，安装和调试 STEP 7 • 使用 STEP 7，可以进行以下工作： 项目和文件管理 组态并将参数赋值给 S7-400 组态 为用户程序分配符号名 创建并测试 STL/LAD 用户程序 生成数据块 组态两个或多个 CPU 之间的通讯 用户程序在 CPU / 编程器中的装入、保存和删除 用户程序的监视和控制 CPU 的监视和控制 • 使用编程器/ PC 和 STEP 7，有效实现编程任务指南 • CPU 工作原理（例如，存储器，输入和输出访问，寻址，块，数据管理） • STEP 7 数据管理说明 • STEP 7 数据类型的使用 • 线性化和结构化编程的使用 • 块调用指令的使用 • 在用户程序中 CPU 的调试和诊断功能使用（例如，错误 OB，状态字）
STEP 7 参考信息 *S7-300 和 S7-400 语句表（STL）* *S7-300 和 S7-400 梯形逻辑（LAD）* *S7-300 和 S7-400 功能块图（FBD）* *系统和标准功能*	• 使用 STL、LAD 或 FBD 的基本步骤（例如，STL、LAD 或 FBD 的结构，数字格式，语法） • STEP 7 中所有指令说明（程序示例说明） • STEP 7 中各种寻址方法说明（示例说明） • 集成在 CPU 中的所有功能说明 • CPU 中内置寄存器的说明 • 集成在 CPU 中的所有系统功能说明 • 集成在 CPU 中的所有组织块说明
《PG 7xx 使用手册》	• 编程器硬件说明 • 将编程器连接到不同设备上 • 编程器的启动

再循环利用和清除处理

由于 S7-400 H 设备采用无毒材料制造，因此该产品可以被回收利用。为了能够根据最新的法律法规，环保地再循环利用和废弃用旧的设备，请联系经过认证的电子部件废品回收公司。

其它支持

如果你有任何技术问题，你可以与当地的西门子代表处或代理商联系。

`http://www.ad.siemens.com/automation/partner`

H/F 资格中心

位于纽伦堡的 H/F 资格中心可以提供容错 SIMATIC S7 自动化系统的专门培训班。另外，H/F 资格中心还可以在组态、调试或出现问题时，提供现场帮助。

电话：+49 (911) 895-4759

传真：+49 (911) 895-4519

培训中心

西门子公司还提供有许多培训课程，介绍 SIMATIC S7 可编程控制器。详情请与您所在地区的培训中心联系，或与德国纽伦堡（邮编 D90327）的总部培训中心联系：

电话： +49 (911) 895-3200.

网址：http://www.sitrain.com

A&D 技术支持

遍布全球，24 小时服务：



面向全球（纽伦堡）技术支持 24 hours a day，365 days a year 电话： +49 (0) 180 5050-222 传真： +49 (0) 180 5050-223 E-mail： adsupport@siemens.com GMT： +1:00		
欧洲/非洲（纽伦堡）授权 当时时间：Mon.-Fri. 7:00 to 17:00 电话： +49 (0) 180 5050-222 传真： +49 (0) 180 5050-223 E-mail： adsupport@siemens.com GMT： +1:00	美国（约翰逊市）技术支持和授权 当时时间：Mon.-Fri. 8:00 to 17:00 电话： +1 (0) 423 262 2522 传真： +1 (0) 423 262 2289 E-mail： adsupport@sea.siemens.com GMT： -5:00	亚洲/澳大利亚（北京）技术支持和授权 当时时间：Mon.-Fri. 8:30 to 17:30 电话： +86 10 64 75 75 75 传真： +86 10 64 74 74 74 E-mail： adsupport@siemens.com GMT： +8:00
The languages of the SIMATIC Hotlines and the authorization hotline are generally German and English。		

目录

1 容错可编程控制器

本章介绍一种具有冗余和容错技术的可编程控制器。

1.1 SIMATIC 系列冗余式可编程控制器

当前，在工业化的各个领域中，只有实施高度的自动化技术，才能获得既经济、又节省资源和降低污染的产品。同时又要求安全型可编程控制器具有最大限度的分散功能。

西门子公司的冗余式可编程控制器已经在实际运行中证明了自己的优势，并且有成千上万台已在实际中使用。

或许读者已经对容错系统中的一种很熟悉了，如 SIMATIC S5-115H 和 S5-155H，或者是具有出错保护功能的 S5-95F 和 S5-115F 系统。

S7-400H 是最新一代的具有容错技术的 PLC，其内容在后面的章节中介绍，它是 SIMATIC S7 系列产品中的一员，这表明它具有 SIMATIC S7 产品所具有的所有优点。

冗余式 PLC 的操作对象

使用冗余式可编程控制器可以获得更高的可用性或容错性能。

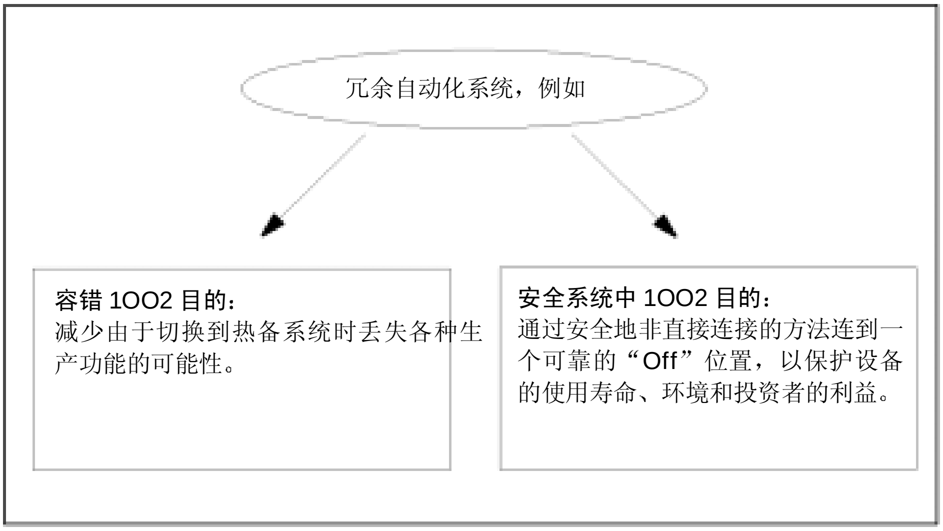


图 1-1 冗余式可编程控制器的使用目的

请注意容错系统和安全系统的区别。S7-400H 是容错式可编程控制器。只有当控制过程需要附加的手段以保证其相关的安全性时才使用。

为什么需要容错式可编程控制器？

使用高可用性的可编程控制器的目的是为了减少生产损失。不管是故障带来的损失还是维修工作引起的损失。

停工的成本越高，越需要容错系统。容错系统的高投入会很快被避免的生产损失所补偿。

软件冗余性

在很多的实际应用中，对冗余质量的要求或者对冗余 PLC 必备系统各部分的数目的要求都不能确保专业容错系统的使用。通常，简单的软件机制就足以允许当错误事件发生时在一个替代系统中继续运行没能正常执行的控制任务。

“SIMATIC S7 Software Redundancy”可选软件可以在 S7-300 和 S7-400 标准系统上运行去控制生产过程。出现故障时可在几秒内转换到替代系统，可用于例如水厂、水处理系统或交通流量控制系统。

1.2 增加系统可用性

S7-400H 可编程控制器满足高可用性的需要，是一种智能化和分布性达到了最新技术水平的可编程控制器。进一步讲，该系统在控制、调节与监视单元和系统的全部功能以及获取和准备过程数据的全部功能中都起着重要的作用。

系统的广泛适用性

S7-400H 可编程控制器和所有的其它 SIMATIC 产品，如 SIMATIC PC S7 系统，都是协调一致的。从控制台到各种传感器以及各种驱动设置，整个系统的广泛性是一种必然的结果，并且能保证最高的系统性能。

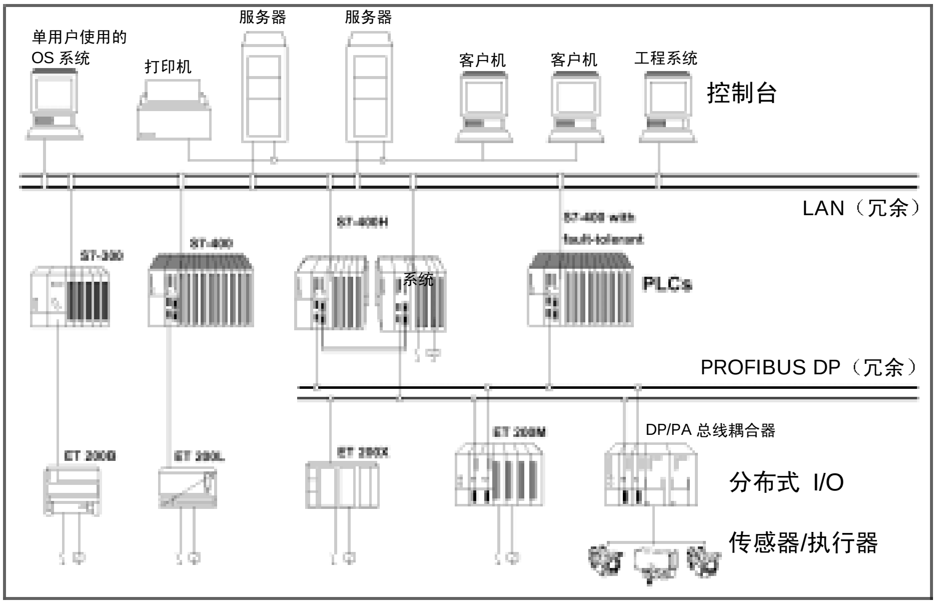


图 1-2 SIMATIC 的通用自动化解决方案

双重器件实现的累加可用性

S7-400H 是按冗余方式设计的，可以在任何事件发生后继续使用。这表明它所有的主要器件都是双重的。

按照方案设计成双重器件的有中央处理器（CPU），电源模板以及连接两个中央处理器的硬件。

用户可以自行决定在即将使用的自动化系统中是否需要更多的双重器件，以增强设备的可用性。

冗余节点

冗余节点代表了带有容错器件的系统的容错性。节点内的一个原件发生故障时不会影响和它相联的其它节点或整个系统的可靠性，这就是冗余节点的独立性。

冗余节点链接中最薄弱的环节决定了整个系统的可用性。对于 2002 系统，如果有一个冗余节点的部件故障，不会对整个系统的可操作性造成影响。冗余节点链中的最弱链路决定了整个系统的可用性。

不会产生错误功能（图 1-3）

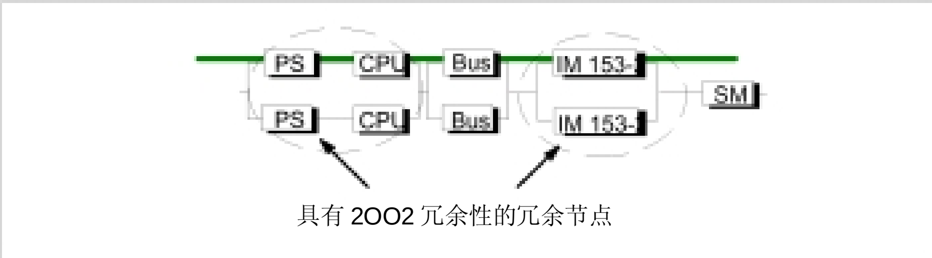


图 1-3 网络中无错误功能的冗余性举例

可产生错误功能

在图 1-4 中，一个器件的故障就可以破坏每一个冗余节点，在被损伤的整个系统中不再具有它的功能性。

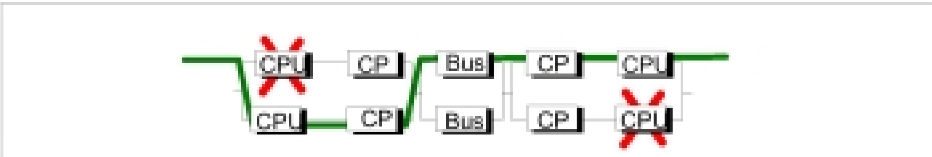


图 1-4 可产生错误功能的 2OO2 系统的冗余性举例

冗余节点故障（完全故障）

在图 1-5 中，由于 1OO2 冗余节点的两个子器件都出现了故障，则不能再运行整个系统。（完全故障）

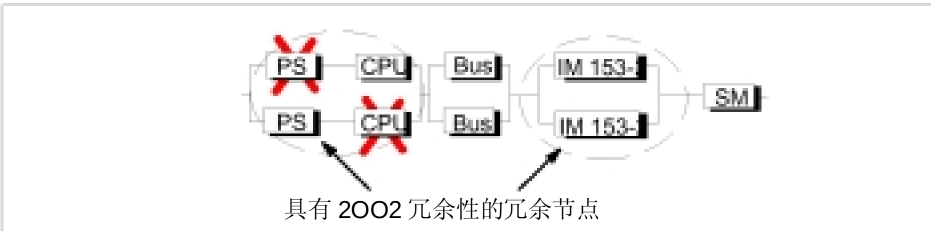


图 1-5 （2OO2 系统中）完全故障发生时的冗余性举例

2 S7-400H 系统安装选项

第一部分介绍容错式 S7-400H 可编程序控制器的基本组态和 S7-400H 基本型系统器件。然后介绍在基本型系统基础上扩展的各种硬件。

第二部分介绍应用软件。用户用它对 S7-400H 进行组态和编程。另外，对比 S7-400 标准型系统，进一步介绍它的扩展功能，让用户在编程中使 S7-400H 发挥更强的作用，以加强其可用性。

图 2-1 展示了带分布式 I/O 设备的 S7-400H 的配置形式，并且将它联到一个冗余系统的总线上。下面将逐步介绍配置和运行 S7-400H 所必备的硬件和软件。

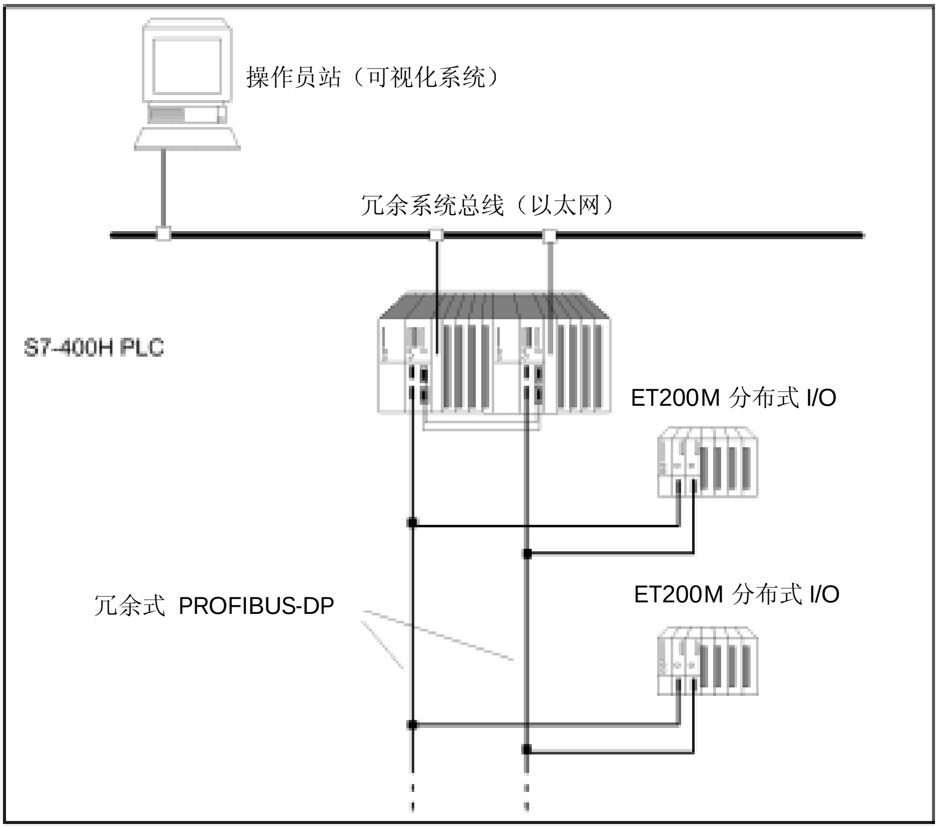


图 2-1 概述

进一步说明

S7-400 标准型系统的各个部件也可以用在容错式 S7-400H 可编程控制器中。有关 S7-400 的所有硬件的详细介绍，请查阅自动化系统 *S7-400 和 M7-400 以及模板数据参考手册*。

使用容错式 S7-400H 可编程控制器时，其用户程序设计和模块的使用方法的各种规则与标准型 S7-400 系统的规则一致。请注意 STEP7 编程手册中的说明，以及 *S7-300/400 系统软件*、*系统和标准功能*参考手册中的说明。

2.1 S7-400H 基本型系统

基本型系统的硬件

S7-400H 基本型是指 S7-400H 的最小配置。基本型系统由构成容错式控制系统的必备硬件单元组成。图 2-2 展示了安装中的部件。

可以用 S7-400 系列中的标准模板对基本型系统进行升级，在功能上和通讯处理器方面有一些约束条件（请看附录 E）。

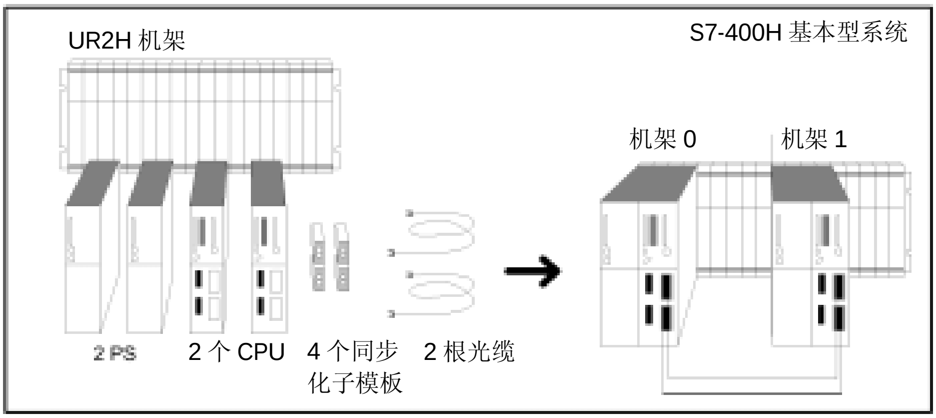


图 2-2 S7-400H 基本型系统的硬件

中央处理单元

S7-400H 的核心是两个中央处理单元（CPU）。须将同步化子模板插到 CPU 内，对其进行设置，并决定机架的号码。下面，我们把机架 0 中的 CPU 定义为 CPU0，机架 1 中的 CPU 定义为 CPU1。

S7-400H 的安装机架

建议使用 UR2-H 机架安装 S7-400H。此机架可以安装 2 个独立的子系统，每个系统含有 9 个槽，适合安装到 19 英寸宽的机柜中。

另外，还可以在两个独立的安装机架中，配置 S7-400H。为此，提供有两个安装机架 UR1 和 UR2。

电源

可从 S7-400 标准系列单元中选择电源模板。每个容错 CPU 需要一个电源模板。更准确地说，S7-400H 双子系统中的每个子系统都需要一个电源模板。

电源模板的额定输入电压可以是 24V DC，也可以是 120/230V AC，输出电流为 10A 和 20A。

若要加强供电能力，每个子系统也可以采用冗余供电方式。在这种情况下，需使用 PS 407 10AR 电源模板，其额定电压为 120/230V AC，输出功率的电流为 10A。

同步子模板

用同步化子模板连接两个中央处理器。它们已放置在中央处理器内部，并由光缆完成互连任务。

每个 CPU 内需配置 2 块同步子模板。

光纤电缆

光缆用在同步子模板内。用它完成 2 个中央处理器之间的物理连接（冗余链接方式）。

2.2 S7-400H 的 I/O 模板

事实上，SIMATIC S7 系统范围内的任何输入/输出模板都可以用在 S7-400H 上。I/O 模板可以用在：

- 中央控制器
- 扩展单元中
- PROFIBUS DP 总线上的分散型单元

有关在 S7-400H 上使用的各功能模板（FM）和各通讯处理器（CP）资料可参阅附录 E。

I/O 设备的组成方式

除了电源和中央处理器为冗余式模板外，输入/输出模板可按下列方式配置。

- 具有一般可用性的单通道、单路配置模式。
  采用单通道、单路输入/输出模板（单通道）。此输入/输出模板只位于一个子系统中，并且只能被此子系统读取。
- 具有增强可用性的单通道，切换式配置模式
  采用单通道、切换式（分布式）配置的单输入/输出模板。该模板可以由两个子系统中的任何一个进行寻址。
- 双通道容错冗余配置
  对于双通道冗余配置，I/O模板的数量可以加倍，并可通过两个子系统寻址。

进一步说明

在第七章中提供 I/O 模板使用方法的详细说明。

2.3 通讯

SIMATIC 系统范围内提供的任何通讯单元都可以完成 S7-400H 的通讯任务。

所使用的通讯单元既可以用在中央 I/O 环境中，也可以用在分布式 I/O 环境，例如：

- 系统总线（工业以太网）
- 点对点连接

通讯可用性

可以改变 S7-400H 的通讯能力。S7-400H 使用不同的通讯方法来满足不同的实际需要。通讯方法可以是简单的线性网络结构，也可以是冗余式双光缆环路。

PROFIBUS 或工业以太网采用的容错式通讯技术完全支持 S7 产品的通讯功能。

编程和组态

如果没有使用附加的硬件部件，与标准型系统相比，编程和组态工作在内容上几乎没有差别。容错式连接只需要进行组态，而不需要其它专门的编程工作。

容错式通讯所需要的所有通讯功能都已经集成在容错 CPU 的操作系统中，并能在后台自动运行。例如，通讯连接的监视，以及当故障事件发生后自动切换到冗余连接方式。

进一步说明

在第 8 章中给出通讯方面的详细说明。

2.4 组态和编程工具

类似于 S7-400，S7-400H 也可以使用 STEP 7 进行组态和编程。

用 STEP7 完成配置后，可以把 S7-400H 看成一般的 S7-400 系统。

这表明，用户可以使用所有的有关 SIMATIC S7 的知识。例如，在编写用户程序时，所考虑的限定条件就比较少。然而，在配置容错系统时还是有一些专门的附加条件。因为冗余单元的工作是由操作系统来监视的，当故障事件发生后可以独立地执行切换工作。用 STEP7 组态时，已经将所需信息组态进去，并通知系统。

可以从在线帮助（Help）和第九章中获取更详细的资料。

所需软件

对于组态和编程，需要可选 H 软件包。

可选软件

能在 S7-400 系统上使用的所有的标准软件工具、工程用软件工具和运行软件工具都可以在 S7-400H 上使用。

2.5 用户程序

适合标准 S7-400 系统设计和编程的规则同样适用于 S7-400H。

用户程序以相同的形式存贮在两个中央处理器中，并且同时被执行（同步事件）。

以用户程序执行的观点看，S7-400H 的作用几乎和标准系统一样。同步功能已被集成在操作系统中，自动运行，并且全部采用后台操作方式。在用户程序中完全没有必要考虑这些功能。

数据刷新导致循环处理时间的延长，为了对此能有所作为，提供一些专用功能块去优化用户程序，从而达到使用目的。

S7-400H 系统的专用块

除了那些既可以在 S7-400 上使用也可以在 S7-400H 上使用的功能块外，S7-400H 系列还提供一些针对冗余性能的功能块。

组态下列功能模块能对 S7-400H 的冗余故障起作用。

- OB70，I/O 冗余故障
- OB72，CPU 冗余故障

利用系统功能 SFC90“H_CTRL”，用户可以禁用和重新启用容错 CPU 的链接和更新。也可以对循环自检程序的范围和执行起作用。

注意

在一个安全型系统中，周期自检程序不能被禁止后再使能。

详细资料请参阅 S7-400F 和 S7-400FH 可编程序控制器使用手册。

进一步说明

有关上述功能块编程的更详细的资料请查阅 STEP7 编程手册和 S7-300/400 系统软件，系统和标准功能手册。

2.6 文件

下图展示了 S7-400H 自动化系统不同组态和应用的总体概述。

对象	文件
硬件： 冗余式供电电源 模板机架UR2-H IM 153-2	*S7/M7 400标准文件* 安装 模板规范 指令列表
	ET 200M分布式I/O
容错系统专用编程： S7-400H-专用OB，SFC SSL，事件和故障帮助 S7-400H专用扩展	*STEP 7文件* 用STEP 7 V5.2编程 系统和标准功能 （使用手册和在线帮助）
专门针对容错系统的文件： 容错系统 S7-400H的配置选择 快速入门 S7-400H的系统模式 链接（Link-up）和更新（Update） I/O，通讯 用STEP 7选件包组态 故障和替换，系统修正。	*S7-400H PLC* *容错系统* （使用手册和在线帮助）

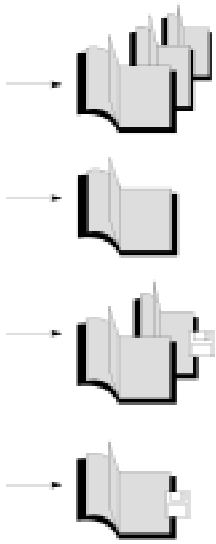


图 2-3 容错系统的用户文件

注意

图 2-3 所列的手册都可以在 S7-400H 产品 CD 上查到。

---

3 快速入门

本章通过列举实例并给出效果带领用户逐步完成对系统的创建。用户可以学到如何使用 S7-400H 可编程控制器进行操作，并逐步熟悉系统在故障事件中的响应。

大约需要 1-2 小时的学习时间。这主要根据用户已经拥有的经验而定。

3.1 要求

必须满足下列要求：

在可编程器上需正确安装 STEP 7 标准软件和符合版本要求的“S7 容错系统”选件包（请看 9.1 节）。

硬件配置对模板的要求：

- 一套 S7-400H PLC 包括：
  - 1 个安装机架，UR2-H
  - 2 个电源模板，PS 407 10A
  - 2 个容错 CPU（CPU 414-4H 和 CPU 417-4H）
  - 4 个同步化子模板
  - 2 根光缆
- 一个 ET 200M 分布式 I/O 设备的底板总线上插有
  - 2 个 IM 153-2
  - 1 个数字量输入模板，SM 321 DI 16×DC 24V
  - 1 个数字量输出模板，SM 322 DO 16×DC 24V
- 必备的附件，如 PROFIBUS 屏蔽电缆等。

3.2 配置硬件并启动 S7-400H

安装硬件

按图 3-1 所示配置 S7-400H，步骤如下：

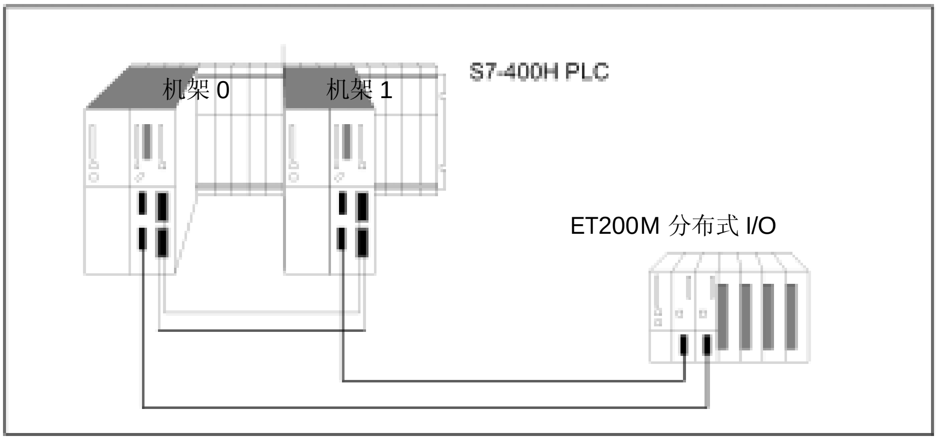


图 3-1 硬件配置

1. 按 *S7-400，M7-400 可编程控制器，硬件和安装/模板规范*手册中所给出的方法配置 S7-400H PLC 的两个子系统。另外，还需要做：

- 通过同步子模板上的开关设置安装机架的号码。CPU 通电后此号码生效。此后，通过方式选择器使存贮器复位。如果机架号码设置的不对，则用户不能进行在线访问，而且在某些情况下，CPU 不能运行。
- 将同步子模板插到 CPU 板中，拧紧附加的前盖板即可（请参阅 *S7-400，M7-400 可编程控制器，硬件与安装* ）。
- 连接光缆（将两个位于上部的同步子模板与 2 个位于下部的同步子模板相连）。将光缆放好，保护它们不要受到任何损伤。
  应确保路由线路通畅，两根光缆的铺设应是相互分离的。分离铺设光缆可以加强其可用性，并避免可能发生的双重故障，即两条光缆同时中断。
  另外，在打开电源或启动系统之前，要确保光缆已经和 CPU 连上。如果没有连接上，两个 CPU 也许都会作为主 CPU 处理用户的程序。

2. 按 *ET 200M 分布式 I/O 设备*手册上的说明配置分布式 I/O 设备。
3. 将编程器连到第一个容错 CPU（CPU0）上。此 CPU 为 S7-400H 的主 CPU。
4. 通电后执行一个高质量的 RAM 检测工作。RAM 中每兆字节大约需要 8 秒钟的检查时间。这段时间内 CPU 不接受通过多点接口来的数据，并且 STOP LED 灯闪烁。如果有备用电池，再次通电后就不再做此项检查工作了。
5. 利用方式选择器完成对每个 CPU 存贮器的复位工作。执行的目的是将同步化模板所在的安装机架号码设置到 CPU 操作系统中。
6. 每个 CPU 单独进行工作，其内容和 *S7-400，M7-400 可编程控制器，硬件和安装手册*中的说明一致。装入程序后执行一个热启动操作：首先启动主 CPU，然后启动热备 CPU。
7. 将 S7-400H 的两个 CPU 切换到 STOP 状态。

启动 S7-400H

按下列步骤启动S7-400H：

1. 打开 SIMATIC 管理器中的“H Project”。其配置方法与“Requirements”中说明的硬件配置方法一样。
2. 选中“Hardware”对象配置，点击鼠标右键选中下拉菜单中的 Object►Open 命令，打开项目的硬件配置。当硬件配置与项目的实际情况相同时，可直接进行步骤 6。
3. 如果硬件配置内容和项目的实际情况不符，例如：模板类型，MPI 地址或 DP 地址，用户必须根据实际情况调整和保存项目内容。在基本帮助栏目中可以找到有关 SIMATIC 管理器的使用说明。
4. 打开“S7 Program”文件夹中的用户文件
   离线状态下只能看到 CPU0 的“S7 Program”文件夹标签。用户程序按给定的说明在配置好的硬件上执行。同时数字量输出模板上表示运行的 LEDs 灯持续点亮。
5. 如果需要，可修改用户程序，例如使之适应用户的硬件配置，然后保存。
6. 用应命令 PLC►Download，将用户程序装入 CPU0 中。
7. 将方式选择器开关拨到 RUN-P 位置，启动 S7-400H，首先启动 CPU0，然后启动 CPU1。
   结果：CPU0 作为主 CPU 启动，CPU1 作为热备 CPU 启动。在热备 CPU 链接并更新后，S7-400H 转换到冗余系统工作方式并且执行用户程序（数字量输出模板上的运行灯点亮）。

注意

可以利用编程器启动和停止 S7-400H 可编程控制器的工作。S7-400H 选件包上的在线帮助中提供了更详细的资料说明。

3.3 容错系统故障响应举例

举例 1：中央处理器或电源出现故障

初始状态：S7-400H 处在冗余工作方式。

1. 关掉电源使 CPU0 不能工作。
   结果：CPU1 上的 REDF，IFM1F 和 IFM2F 灯点亮，CPU1 进入 Solo 模式，用户程序继续运行。
2. 重新接通电源。
   结果：
   - CPU0 自动执行 LINK-UP（链接）和 UPDATE（更新）
   - CPU0 切换到 RUN 模式，并作为热备 CPU 进行操作。
   - S7-400H 处在冗余工作方式。

举例 2：一根光缆出现故障

初始状态：S7-400H 处在冗余工作方式。每个 CPU 的模式选择开关处在 RUN 或 RUN-P 位置。

1. 断开一根光缆。
   结果：两个 CPU 上的 REDF 和 IFM1F 或 IFM2F（取决于哪根光缆没有连上）灯点亮。从前的主 CPU（CPU0）转成单一模式，继续运行用户程序。
2. 连好先前断开的那根光缆。
3. 重新启动从前的热备 CPU（CPU1），该 CPU 现在处于 STOP 模式。
   结果：
   - CPU1 自动执行 LINK-UP（链接）和 UPDATE（更新）。
   - S7-400H 转为冗余系统工作方式。

4　　CPU 41x-H 的安装

本章一览

4.1 CPU 的控制和显示单元

CPU 414-4H/417-4H 的操作和显示元件

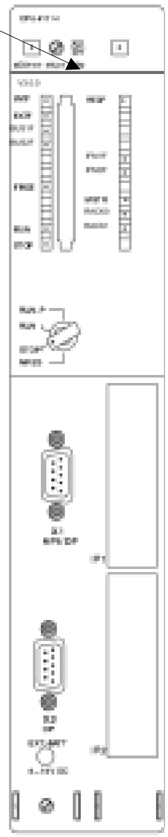


图 4-1 CPU 414-4H/417-4H 的控制和显示元件布局

指示灯（LED）

表 4-1 简述了每个 CPU 上的指示灯。

第 4.2 节描述了这些指示灯所指示的状态和故障。

表 4-1 CPU 的指示灯

LED	颜色	含义
INTF	红色	内部故障
EXTF	红色	外部故障
FRCE	黄色	当前强制请求
RUN	绿色	RUN 模式
STOP	黄色	STOP 模式
BUS1F	红色	MPI/PROFIBUS DP 接口 1 处总站故障
BUS2F	红色	PROFIBUS DP 接口 2 处总站故障
MSTR	黄色	CPU 执行过程
REDF	红色	冗余丢失/冗余出错
RACK0	黄色	机架 0 中的 CPU
RACK1	黄色	机架 1 中的 CPU
IFM1F	红色	接口子模板 1 出错
IFM2F	红色	接口子模板 2 出错

操作模式选择器

你可以使用模式选择器选择当前的 CPU 运行模式。模式选择器有 4 个档位。可以选择不同的保护级，来限制任何程序更改或启动选项（STOP - RUN 转换）。

第 4.4 节阐述了模式选择器的功能和 CPU 的防护级。

存储卡插槽

在该插槽中可以插入存储卡。

有两种类型的存储卡：

- RAM 卡
  使用 RAM 卡，可以扩展 CPU 的装载存储器。
- FLASH 卡
  使用 FLASH 卡，可以保存你的用户程序和数据，以防故障（甚至是无热备电池时）。既可以在编程器上，也可以在 CPU 中，对 FLASH 卡编程。FLASH 卡还可以扩展 CPU 的装载存储器。
  关于存储卡的详细信息，参见第 4.5.1 节。

用于扩展存储器的接口

CPU 417-4H 提供有一个附加接口，用于扩展存储器。由此，可以扩展工作存储器。（见第 4.5 节）

接口模板插槽

H 同步模板可以插入该插槽中。

MPI/DP 接口

你可将以下设备连接到 CPU 的 MPI，例如：

- 编程器
- 操作和监控设备
- 附加 S7-400 或 S7-300 控制器（见第 4.6 节）。

使用带有角形出线电缆的总线连接器（见“安装手册”第 7 章）

你还可以将 MPI 接口作为 DP 主站组态，并使用它作为一个 PROFIBUS DP 接口，可最多连接 32 个 DP 从站。

Profibus-DP 接口

你可以连接分布式 I/O、编程器/OP 和其它 DP 主站到 PROFIBUS DP 接口。

连接外部备用电流到“EXT. BATT.”插座

你可以使用一个或两个热备电池（这取决于模板类型），在 S7-400 的电源模板中进行以下工作：

- 为已保存在 RAM 中的用户程序提供备用电源。
- 确保存储器标记、定时器、计数器、系统数据和标志数据块中的数据具有记忆性。
- 为内部时钟提供备用电源。

如果在 CPU 的“EXT. BATT.”5V 和 15 V 之间施加直流电压，可以实现相同的热备。

“EXT.BATT.”输入具有以下功能：

- 反极性保护
- 短路电流限制 20 mA

为连接外部电源到“EXT. BATT.”插座，需要使用一根带有 Ø 2.5 mm 插头的电缆，如下图所示。请注意插头的极性。



注意

如果想更换一个电源模板，而同时并想为保存在 RAM 中的用户程序和上述数据，提供一个备用电源，将需要在“EXT. BATT.”插座中提供外部输入电源。

4.2 CPU 的功能监控

监控和故障报文

CPU 硬件和操作系统都具有监控功能，以保证系统功能正确，并可对故障作出响应。用户程序会对许多故障作出响应。

下表将简述可能的故障及其原因和 CPU 的响应。

在每个 CPU 中，还可提供测试和信息功能，并可使用 STEP 7 调用。

故障/出错类型	故障原因	操作系统的响应	故障指示灯
时钟脉冲故障	处理器时钟脉冲故障监控 系统停机	发出“OD”（输出禁用）信号，禁用数字量输出。	-
存取出错	模板故障（SM，FM，CP）	“EXTF”指示灯亮，直到故障被响应。 在 SM 中： • OB 122 调用 • 诊断缓冲区中的输入 • 对于输入模板：累加器或过程映像中的日期输入为“0”。 对于其它模板： • OB 122 调用	EXTF
定时错误	• 用户程序（OB1 和所有中断以及出错 OB）超过规定最大循环时间。 • OB 请求出错 • 起始信息缓冲区溢出 • 时间出错中断	“INTF”指示灯亮，直到故障被响应。 OB 80 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	INTF
电源模板故障 (非电源故障)	在集中式或分布式 I/O 机架中： • 在电源模板中至少有一个备用电池没电了 • 备用电压丢失。 • 给电源模板供电的 24 V 电源故障。	OB 81 调用 如果没有装载 OB：CPU 继续运行。	EXTF
诊断中断	具有中断能力的一个 I/O 模板报告一个诊断中断。	OB 82 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	EXTF
插/拔中断	插入一个电源模板或拔出一个电源模板并插入一个不正确的模板类型。如果在缺省参数设置的 CPU 处于“STOP”方式时只拔出所插入的电源模板，EXTF 指示灯不亮。如果没有再	OB 83 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	EXTF

故障/出错类型	故障原因	操作系统的响应	故障指示灯
	插入电源模板，指示灯将闪亮。		
优先级错误	• 调用了优化级，但没有相应的 OB。 • 对于 SFB 调用：背景数据块丢失或故障。 • 在过程映象更新过程中出错	OB 85 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	INTF EXTF
机架/站故障	• 扩展机架中的电源故障 • DP 线路故障 • 耦合线路故障接口模板丢失或故障，线路中断	OB 86 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	EXTF
通讯错误	• 状态信息不能被输入到数据块中 • 不正确的帧标识符 • 帧长度出错 • 非法的全局标识号 • 数据块访问出错	OB 87 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	INTF
取消处理	一个程序块的处理被取消。取消的可能原因是： • 嵌套深度太深。 • 主站控制继电器嵌套深度太深。 • 同步故障嵌套深度太深 • 块调用（i 栈）嵌套深度太深 • 块调用（b 栈）嵌套深度太深 • 本地数据分配出错 • 未知指令 • 带有名称的子指令超出块范围	OB 88 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	INTF
编程错误	用户程序中的机器代码出错： • BCD 转换错误 • 范围长度出错 • 范围出错 • 调整出错 • 写出错 • 计时器编号出错 • 计数器编号出错 • 块编号出错 • 块未装入	OB 121 调用 如果没有装载 OB：CPU 进入“STOP”方式。	INTF
MC7 代码出错	编译的用户程序出错（例如非法 OP 代码或跳过块结束）	CPU 进入“STOP”方式。重新启动或存储器复位。	INTF

4.3 状态和故障指示灯

“RUN”和“STOP”指示灯

“RUN”和“STOP”指示灯可以提供有关当前激活的 CPU 运行数据的信息。

指示灯		含义
RUN	STOP	
H	D	CPU 处于“RUN”模式。
D	H	CPU 处于“STOP”模式。用户程序没有处理。 可以进行重启动或热启动。如果“STOP”状态由于一个故障触发，还可设定故障指示（INTF 或 EXTF）。
B 2 Hz	B 2 Hz	CPU 处于 DEFECT 状态。INTF、EXTF 和 FRCE 指示灯闪亮。
B 0.5 Hz	H	HALT 状态已由一个测试功能触发。
B 2 Hz	H	已触发一个热启动。根据所调用 OB 的长度，执行热启动会需要一分钟或更长时间。如果 CPU 仍不能进入“RUN”，有可能在系统配置中出现错误。
B 2 Hz	B 2 Hz	未缓冲 POWER ON 自检运行。
x	B 0.5 Hz	CPU 请求存储器复位。
x	B 2 Hz	存储器正在复位。

D=指示灯灭；H=指示灯亮；B=指示灯以规定频率闪亮；x=与指示灯状态无关

MSTR、RACK0 和 RACK1

MSTR、RACK0 和 RACK1 三个指示灯可提供有关在同步模板中组态的安装机架编号以及 CPU 过程控制切换式 I/O 模板的信息。

指示灯			含义
MSTR	RACK0	RACK1	
H	x	x	CPU 过程控制切换式 I/O
x	H	D	机架0中的CPU
x	D	H	机架1中的CPU

D = 指示灯灭；H = 指示灯亮；x = 与指示灯状态无关

INTF、EXTF 和 FRCE 三个指示灯

INTF、EXTF 和 FRCE 三个指示灯可提供有关故障和用户程序运行过程中的特殊事件信息。

指示灯			含义
INTF	EXTF	FRCE	
H	x	x	检测到一个内部错误（编程或参数赋值错误）。
x	H	x	检测到一个外部错误（即错误原因不能追溯到 CPU 模板）。
x	x	H	强制请求有效。

H = 指示灯亮；x = 与指示灯状态无关

BUSF1 和 BUSF2 指示灯

BUSF1 和 BUSF2 指示灯可以指示有关 MPI/DP 接口和 PROFIBUS DP 接口的故障。

指示灯		含义
BUS1F	BUS2F	
H	x	在 MPI/DP 接口中检测到一个错误。
x	H	在 PROFIBUS DP 接口中检测到一个错误。
B	x	DP 主站：PROFIBUS DP 接口 1 中有一个或多个从站没有应答。 DP 从站：没有被 DP 主站编址。
x	B	DP 主站：PROFIBUS DP 接口 2 中有一个或多个从站没有应答。 DP 从站：没有被 DP 主站编址。

H=指示灯亮；B=指示灯闪亮；x=与指示灯状态无关

IFM1F 和 IFM2F 指示灯

IFM1F 和 IFM2F 指示灯可以指示第一个和第二个模板接口中的故障。

指示灯		含义
IFM1F	IFM2F	
H	x	在模板接口 1 中检测到一个错误。
x	H	在模板接口 2 中检测到一个错误。

H=指示灯亮；x=与指示灯状态无关

REDF 指示灯

REDF 指示灯可以指示具体的系统状态和冗余故障。

REDF 指示灯	系统状态	边界条件
闪亮（0.5 Hz）	正在链接	-
闪亮（2 Hz）	更新	-
熄灭	冗余（CPU 冗余配置）	没有冗余错误
亮	冗余（CPU 冗余配置）	有一个 I/O 冗余错误 • DP 主站故障或 DP 主站系统部分或全部故障 • DP 从站冗余丢失
	除冗余、链接、更新之外的所有系统状态	-

诊断缓冲区

你可以从诊断缓冲区中读取 STEP 7 中的故障原因（PLC -> 模板信息）。

4.4 模式选择器

模式选择器的功能

使用模式选择器，可以将 CPU 置入 RUN/RUN-P 或 STOP 模式，或复位 CPU 的存储器。STEP 7 还提供有更改模式的其它选项。

位置

模式选择器是一个按键开关。图 4-2 描述了模式选择器的可能位置。

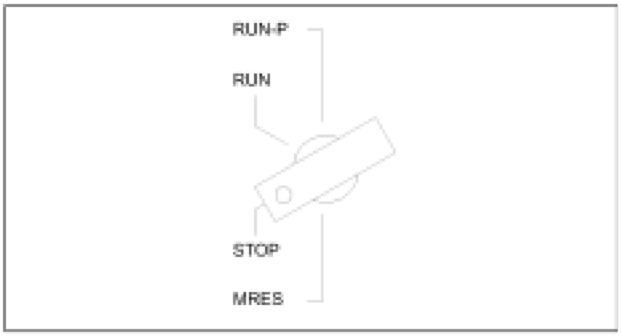


图 4-2 模式选择器的位置

表 4-2 解释了模式选择器的位置。在出现故障或存在启动问题时，CPU 将进入或保持在 STOP 模式，不管模式选择器的位置如何。

表 4-2 模式选择器的位置

位置	说明
RUN-P	如果没有启动问题或错误，并且 CPU 可以进入 RUN，CPU 将执行用户编程或空载运行。可以访问 I/O。按键在该位置无法拔出。 程序可以被进行以下处理： • 使用编程器从 CPU 读取（CPU 编程器） • 传送到 CPU（编程器 CPU）。
RUN	如果没有启动问题或错误，并且 CPU 可以进入 RUN，CPU 将执行用户编程或空载运行。可以访问 I/O。按键在该位置拔出，以防止运行模式被无授权更改。 使用编程器可以读取 CPU 中的程序（CPU%编程器）。 **当模式选择器处于 RUN 位置时，无法更改 CPU 中的程序。（见 STEP 7）使用在 STEP 7/HWCONFIG（STEP 7 V4.02 或以上）设定的密码可以控制保护级。即，如果使用该密码，在模式选择器处于 RUN 位置时，也可以更改 CPU 中的程序。**
STOP	CPU 不能处理用户程序。数字量信号模板被禁用。在这个位置钥匙可取出以避免任何人改变运行模式。 程序可以被进行以下处理： • 使用编程器从 CPU 读取（CPU 编程器） • 传送到 CPU（编程器 CPU）。
MRES (主站复位)	钥匙开关的临时接触位置，用于 CPU 主站复位和冷启动（见下面几页）。

保持级别

在 S7-400 的 CPU 中，可以定义保护级，以防止 CPU 中的程序被未授权访问。你可以确定在哪一级，用户可以无需特殊授权（密码），就可在 CPU 上执行哪些编程器功能。使用密码，可以执行所有编程器功能。

设定保护级

你可以使用 STEP 7/组态软件，设定 CPU 的保护级（1-3）。

使用模式选择器的手动复位功能，可以清除使用 STEP 7/组态软件设定的保护级。

你还可以使用模式选择器，设定保护级 1 和 2。表 4-3 列出了 S7-400 CPU 的保护级。

表 4-3 S7-400 CPU 的保护级

保持级别	功能	开关位置
1	• 允许所有编程器功能（缺省设置）。	RUN-P/STOP
2	• 允许将对象从 CPU 中装入编程器。即，只允许读取编程器功能。 • 允许过程控制、过程监控和过程通讯功能。 • 允许所有信息功能。	RUN
3	• 允许过程控制、过程监控和过程通讯功能。 • 允许所有信息功能。	-

如果使用模式选择器和 STEP 7 设定了不同的保护级，保护级 1 最低，保护级 3 最高。

存储器复位的操作顺序

情形 A：你想将一个新用户程序全部下载到 CPU 中。

1. 旋转模式选择器至 STOP 设置。
   结果：STOP 指示灯亮。
2. 旋转模式选择器至 MRES 位置，并保持。
   结果：STOP 指示灯将熄灭 1 秒钟，亮 1 秒钟，然后熄灭 1 秒钟后，保持点亮。
3. 将模式选择器旋回 STOP 位置，然后在接下来的 3 秒内，旋回 MRES，然后再旋回 STOP 位置。
   结果：STOP 指示灯以 2 Hz 至少闪亮 3 秒钟（执行存储器复位），然后持续点亮。

情形 B：当 STOP 指示灯以 0.5 Hz 缓慢闪亮时，CPU 正在请求存储器复位（系统存储器复位请求，例如插入或拔出一个存储卡后）。

旋转模式选择器至 MRES 位置，然后旋回 STOP 位置。

结果：STOP 指示灯以 2 Hz 至少闪亮 3 秒钟（执行存储器复位），然后持续点亮。

存储器复位期间的完整说明，请参见：“S7-400，M7-400 可编程控制器安装手册”，第 6 章。

冷起动

在冷启动后，用户程序从头再开始执行。将删除所有数据，包括记忆性数据。

重启动（暖起动）

在重启动后，用户程序从头再开始启动。记忆性数据和数据块的内容被保留。

重启动/暖启动操作顺序

1. 旋转模式选择器至 STOP 设置。
   结果：STOP 指示灯亮。
2. 旋转模式选择器至 RUN/RUNP 设置。

冷起动操作顺序

1. 旋转模式选择器至 STOP 设置。
   结果：STOP 指示灯亮。
2. 旋转模式选择器至 MRES 位置，并保持。
   结果：STOP 指示灯将熄灭 1 秒钟，亮 1 秒钟，然后熄灭 1 秒钟后，保持点亮。
3. 旋转模式选择器至 RUN/RUNP 设置。

4.5 扩展存储器

使用 SIMATIC 管理器确定存储器要求

可以在“脱机属性块文件夹”的对话区中脱机显示块长度（Blocks -> Object Properties -> Blocks tab）。

在脱机窗口中，可以显示以下长度：

- PLC 的装载存储器大小（不包括系统数据的所有块之和）
- PLC 的工作存储器大小（不包括系统数据的所有块之和）

编程设备（PG/PC）上的块长度不显示在块文件夹属性中。

块长度以[byte]为单位显示。

在块属性中将显示以下数值：

- 所需局域数据数量：局域数据按字节表示的大小，
- MC7：MC7 按字节表示大小或 DB 用户数据的大小
- 编程控制器中输入存储器的大小
- 编程控制器中工作存储器的大小：只有在识别出硬件分配时，才显示。

显示时，与块是位于在线窗口还是离线窗口中无关。

如果打开一个块文件夹，并设定了“View Details（详细视图）”，RAM 的要求将显示在项目窗口中，与块文件夹是位于在线窗口中还是离线窗口中无关。

选择所有有关块，可以计算块长度的总和。在这种情况下，所选块长度的总和将显示在 SIMATIC Manager 的状态栏中。

对于不能装入 PLC 中的块（例如 VAT），不显示块长度。

编程系统（PG/PC）上的块长度不显示在详细视图中。

4.5.1 使用存储卡扩展装载存储器

订货号

存储卡的订货号与技术规范列在本章的后面。

安装

存储卡比信用卡稍微大一点，并使用一个坚固的外壳保护。存储卡可以插在 CPU 前面的插槽中；插入端在存储卡上有明显标记。

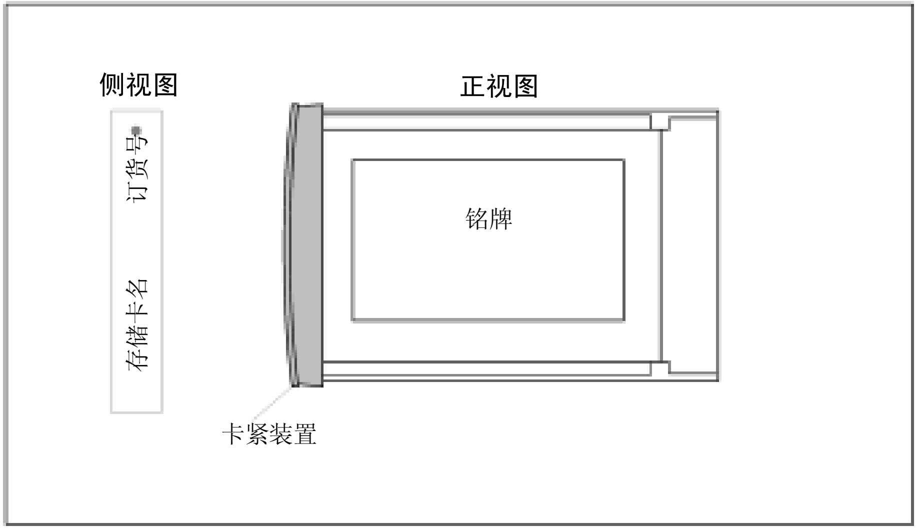


图 4-3 存储卡的设计

存储卡的功能

存储卡和 CPU 上的集成存储区一起形成了 CPU 的装载存储器。在运行时，装载存储器中包含全部的用户程序，包括注释、符号、以及允许用户程序编译的特殊附加信息和所有模板参数。

存储卡中的内容

以下数据保存在存储卡中：

- 用户程序，即块（OB，FB，FC，DB）和系统数据
- 确定 CPU 行为的参数
- 确定 I/O 模板行为的参数
- 对于 STEP 7 V5.1，还包括整个项目文件，保存在相应的存储卡中。

S7-400 的存储卡类型

在 S7-400 中，使用两种存储卡：

- RAM 卡
- 闪存（FEPROM 卡）

注意

第三方存储卡不能用在 S7-400 中。

存储卡的选型

是使用 RAM 卡还是使用闪存（Flash 卡），取决于你想如何使用存储卡。

表 4-4 存储卡的类型

如果你 ...	… 则
想将数据保存在 RAM 中，并想在 RUN 或 RUN-P 模式下修改程序，	应使用 RAM 卡
想在存储卡上长期保存用户程序，即使断电（没有后备电池或从 CPU 中拔出）时，	应使用闪存（Flash 卡）

RAM 卡

当使用 RAM 卡时，你必须将该卡插入 CPU 中，以装入用户程序。用户程序可以借助于编程器装入。

你可以在 STOP 模式下或在 RUN-P 模式下，将整个用户程序或单独部分（例如 FB、FC、OB、DB 或 SDB）装入装载存储器中。

如果从 CPU 中取出 RAM 卡，所保存的信息将丢失。RAM 卡没有内置后备电池。

如果电源包含有一个功能性后备电池，或 CPU 通过一个连接到“EXT. BATT.”插座的外部后备电流供电，当断电时，只要 RAM 卡插在 CPU 中，并且 CPU 插在模板机架中，RAM 卡的存储内容都将保持。

FLASH 卡

如果使用的是 Flash 卡，有两种方式可以装入用户程序：

- 使用模式选择器，将 CPU 置为 STOP，将 Flash 卡插入 CPU 中，借助于编程器（PG）将用户程序装入装载存储器中。
- 使用编程器在脱机模式下，将用户程序装入 Flash 卡中，然后将 Flash 卡插入 CPU 中。

你只能使用 Flash 卡装入整个用户程序。使用编程器，可以将较小的程序段装入 CPU 中的集成装载存储器中。如果程序有很大改动，必须将全部用户程序重新装入 Flash 卡。

FLASH 卡不需要电源来保存其中内容，即，当 FLASH 卡从 CPU 中取出或 S7-400 无后备电源运行，仍可保持其中内容（在电源模板中无热备电池，或无外部后备电流连接到 CPU 的“EXT. BATT.”插座）。

存储卡的容量

所使用存储卡的容量取决于用户程序的大小，以及使用功能模板或通讯模板的附加存储器需求。关于存储器需求的详细信息，请参见这些模板的使用手册。

更换存储卡

按以下步骤更换存储卡：

1. 将 CPU 设定为 STOP 模式。

注意

如果存储卡不是在 STOP 模式下取出，CPU 将进入 STOP 状态，STOP 指示灯每隔 3 秒钟闪烁一次，以提示你进行存储器复位。该步骤不受错误 OB 的影响。

2. 取出存储卡。
3. 插入一个新的存储卡。
4. 在 CPU 中进行存储器复位。

技术参数

名称	订货号	5V 电源消耗	后备电流
MC 952 / 256 Kbyte / RAM	6ES7 952-1AH00-0AA0	一般 35 mA 最大 80 mA	一般 1μA 最大 40μA
MC 952 / 1 Mbyte / RAM	6ES7 952-1AK00-0AA0	一般 40 mA 最大 90 mA	一般 3μA 最大 50μA
MC 952 / 2 Mbyte / RAM	6ES7 952-1AL00-0AA0	一般 45 mA 最大 100 mA	一般 5μA 最大 60μA
MC 952 / 4 MB / RAM	6ES7 952-1AM00-0AA0	一般 45 mA 最大 100 mA	一般 5μA 最大 60μA
MC 952 / 8 MB / RAM	6ES7 952-1AP00-0AA0	一般 45 mA 最大 100 mA	一般 5μA 最大 60μA
MC 952 / 16 MB / RAM	6ES7 952-1AS00-0AA0	一般 9 mA 最大 100 mA	一般 5μA 最大 60μA
MC 952 / 1 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KK00-0AA0	一般 40 mA 最大 90 mA	-
MC 952 / 2 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KL00-0AA0	一般 50 mA 最大 100 mA	-
MC 952 / 4 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KM00-0AA0	一般 40 mA 最大 90 mA	-
MC 952 / 8 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KP00-0AA0	一般 50 mA 最大 100 mA	-
MC 952 / 16 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KS00-0AA0	一般 55 mA 最大 110mA	-
MC 952 / 32 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KT00-0AA0	一般 55 mA 最大 110mA	-
MC 952 / 64 Mbyte / 5V Flash	6ES7 952-1KY00-0AA0	一般 55 mA 最大 110mA	-
外形尺寸（W x H x D），[mm]		7.5 x 57 x 87	
重量		最大 35 g	
电磁兼容性保护		有	

4.5.2 使用存储器模板扩展 CPU 417-4 的工作存储器

存储器扩展

CPU 417-4 的工作存储器可以使用存储器模板扩展。注意以下几点：

1. 如果只使用一个模板，必须插入插槽 1 中。
2. 如果在插槽 1 中插有一个 4 Mbyte 的子模板，你只能再插入一个子模板。

可能的组合如下：

组合	插槽 1	插槽 2
1	2 Mbyte	-
2	4 Mbyte	-
3	4 Mbyte	2 Mbyte
4	4 Mbyte	4 Mbyte

注意

只能使用设计用于 CPU 的存储器模板。

警告

模板可能会被损坏。

如果不遵守 ESD 导则，会损坏 CPU 和存储卡。

在安装存储卡时，必须遵守 ESD 导则。

将存储卡插入 CPU

按如下进行：

1. 松开 3 个螺钉，从 CPU 的左侧取出盖。
2. 将第 1 个存储卡斜向下大约 45° 角，推入插槽 1 中（见图 4-4）。注意卡前面的切口（反极性保护）。
3. 将存储卡向下推入，直到插槽滑道中挡片卡入插卡旁边的相应切口中。应保证插卡端部的金属标志位于模板的金属边上。
4. 根据需要，可以以同样的方式将第二个存储卡插入插槽 2 中（见图 4-4）。
5. 将盖安放在 CPU 的左上侧，并使用 3 个螺钉固定。

注意

存储卡连接器应进行编码（见图 4-5）。在安装存储卡时，禁止用力。

应轻按导向支撑，以取出存储卡（见图 4-5）。

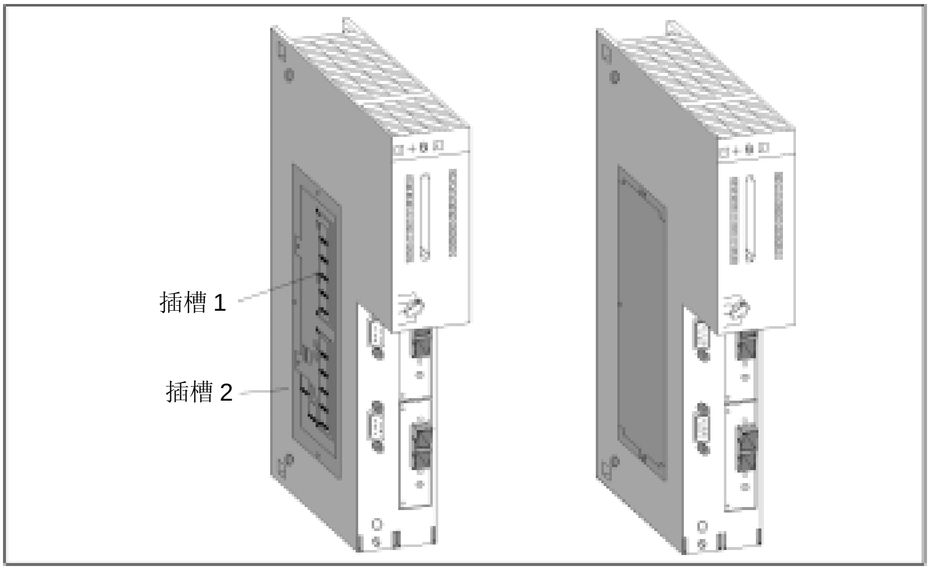


图 4-4 将存储卡插入 CPU

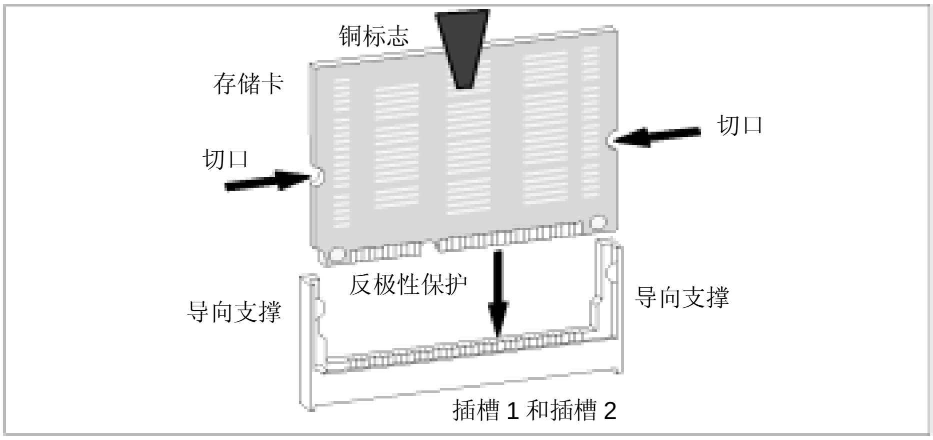


图 4-5 存储卡

4.6 多点接口（MPI）

可连接设备

你可将以下节点连接到 MPI，例如：

- 编程器（PG/PC）
- 操作和监控设备（OP 和 TD）
- 其它 SIMATIC S7 可编程控制器。

某些可连接设备需要从接口供应 24 V 电源。该电压以非隔离形式提供。

PG/OP-CPU 通讯

一个 CPU 可同时保持与几个编程器/操作员面板的连接通讯。缺省设置是，这些连接中的一个用于编程器，一个用于操作员面板/操作和监控单元。

通讯和中断响应时间

注意

中断响应时间会由于最大读和写作业量（约 460 byte）而延时。

CPU-CPU 通讯

对于 CPU-CPU 通讯，提供有“通过 S7 通讯的数据交换”选项。

详细信息，请参见《STEP7 编程手册》。

连接器

只能使用带有角形引出线的 PROFIBUS DP 总线连接器和编程器电缆，连接到 MPI（见《安装手册》，第 7 章）。

多点接口作为 DP 接口

你也可以将多点接口（MPI）作为 DP 接口组态。为此，你可使用 SIMATIC 管理器在 STEP 7 中对 MPI 接口重新组态。由此，可以建立一个最多 32 个从站的 DP 线路。

4.7 PROFIBUS DP 接口

可连接设备

所有标准 DP 从站都可连接到 Profibus DP 接口。

CPU 作为 DP 主站，并可通过 PROFIBUS-DP 现场总线连接到无源从站或其它 DP 主站。

某些可连接设备需要从接口供应 24 V 电源。该电压以非隔离形式提供。

连接器

只能使用用于 PROFIBUS DP 和 PROFIBUS 电缆的总线连接器，将设备连接到 PROFIBUS DP 接口（见《安装手册》，第 5 章）。

4.8 S7-400 CPU 参数概述

缺省值

所有参数在交货时都有一个缺省设置。这些缺省设置对应于全系列标准应用，因此，S7-400 可以立即使用，无需进一步设置。

使用 STEP 7 中的“组态硬件”，可以找到 CPU 专用缺省值。

块参数

CPU 的活动和属性都可通过参数定义。CPU 具有一个定义好的缺省设置。用户可以通过修改参数改变这种缺省设置。

下面简述了可组态 CPU 的可用系统属性。

- 一般属性（例如，MPI 节点编号）
- 启动（例如，用 POWER ON（上电）启动）
- 循环/时钟存储器（例如，循环监控时间）
- 记忆性（可以保存的存储器标志、定时器和计数器）
- 存储器（例如，局域数据）
  说明：如果（例如）你设定的值比过程映象、诊断缓冲区输入的数量以及 ALARM-8 块和 S7 通讯的最大数量大或小，程序代码和数据块可用工作存储器将减少或增加这一数量。
- 中断（过程中断，延时中断，异步错误中断）的优先级分配
- 日时钟中断（例如起动，时间间隔，优先级）
- 监视器中断（例如优先级，时间间隔）
- 诊断/时钟（例如，时间同步）
- 保护级
- H 系统专用参数

注意

缺省设置可记忆 16 存储字节和 8 个计数器。亦就是说，即使 CPU 重新启动，它们也不会被删除。

参数赋值工具

使用 STEP 7 中的“组态硬件”，可以设置每个 CPU 参数。

注意

如果更改以下参数的现有设置，在重新冷启动时，操作系统会据此进行初始化。

- 输入的处理图象的大小
- 输入的处理图象的大小
- 局域数据的大小
- 诊断缓冲区输入的点数
- 通讯资源

这些初始化包括：

- 使用装入值初始化数据块
- M、C、T、I、O 初始化为“0”，与记忆性设置无关

- 删除通过 SFC 生成的数据块
- 硬编码、动态连接清除，因为 X/I 块连接未从连接的有源侧组态
- 所有优先级都重新开始

专门保存的参数

以下参数需专门保存在 H CPU 中。

- H CPU 的模板机架号（0 或 1）
- H CPU 的运行模式（单一模式或冗余模式）

这些参数在进行存储器复位时不能删除，并且不能在 HW Config 中进行更改。下面阐述了如何更改这些参数。

更改 H CPU 的机架号

更改 H CPU 的机架号，可按以下步骤进行：

1. 在同步模板上更改机架号。
2. 无热备通电。
3. 手工进行存储器复位。

改变 H CPU 的运行模式

更改 H CPU 的运行模式，根据所期望的运行模式以及 CPU 的模板机架号，可如下进行：

从冗余模式改为单一模式

1. 移出接口模板。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为单一模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 0

1. 连接机架号 0 的同步模板组。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 1

1. 连接机架号 1 的同步模板组。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

4.9 CPU 41x-H 作为 Profibus DP 主站

引言

本章节将阐述当使用 CPU 作为 DP 主站并进行直接数据通讯组态时需要的特性和技术数据。

注意

上述说明适用于 V 3.0.0 版 CPU。

本章一览

章节	说明	页码
4.9.1	CPU 41x 的 DP 地址区	4-20
4.9.2	CPU 41x 作为 DP 主站	4-20
4.9.3	CPU 41x 作为 DP 主站的诊断	4-24

其它参考

有关总的配置、配置 PROFIBUS 子网络和对 PROFIBUS 子网络进行诊断的说明和信息，可参阅 STEP 7 在线帮助系统。

进一步说明

从 PROFIBUS DP 改为 PROFIBUS DPV1 的说明和信息，请浏览以下网址：

http://www.ad.siemens.de/simatic-cs

项目号 7027576。

4.9.1 CPU 41x 的 DP 地址区

CPU 41x 的地址区

表 4-5 CPU 41x（作为 Profibus DP 主站的 MPI/DP 接口）

地址区域	414-4H	417-4H
各种情况下，MPI 接口作为 PROFIBUS DP，输入和输出（byte）	2048	2048
各种情况下，DP 接口作为 PROFIBUS DP，输入和输出（byte）	6144	8192
各种情况下，在过程映象中 可最多设置 x byte	8192	16384

DP 诊断地址在地址区内为 DP 主站和每个 DP 从站至少占用 1 个字节。例如，在这些地址下，可以调用每个节点的 DP 标准诊断（SFC 13 的 LADDR 参数）。你可以在组态时指定 DP 诊断地址。如果没有指定任何的 DP 诊断地址，STEP 7 将从最高字节地址向下分配地址作为 DP 诊断地址。

在主站 DPV1 模式，从站一般有两个诊断地址。

4.9.2 CPU 41x 作为 DP 主站

引言

本章节将阐述当使用 CPU 作为 Profibus DP 主站时需要的特性和技术数据。

前提条件

在调试之前，必须将 CPU 组态为 DP 主站。这就意味着你必须使用 STEP 7 进行：

- CPU 组态为一个 DP 主站

- 分配一个 PROFIBUS 地址
- 选择一种运行模式（S7 兼容或 DPV1）
- 分配一个诊断地址
- 连接 DP 从站到 DP 主站系统

注意

PROFIBUS DP 从站是否是 CPU 31x 或 CPU 41x?

如果是，你会在 PROFIBUS-DP 产品目录中找到这个从站并作为一个预组态站。在 DP 主站中，应为该 DP 从站 CPU 分配一个从站诊断地址。然后连接 DP 主站和 DP 从站 CPU，并且指定与 DP 从站 CPU 交换数据的地址区。

监视/修改，通过 PROFIBUS 编程

作为 MPI 接口的替代，可通过 PROFIBUS DP 接口对 CPU 编程或执行编程器的监视和修改功能。

注意

通过 PROFIBUS DP 接口执行编程和监视/修改功能会延长 DP 循环时间。

DP 主站系统的上电

使用以下参数可以设置上电后执行 DP 主站监视功能：

- 参数向模板的传送
- 模板报文

即，DP 从站必须上电并在设定时间内由 CPU（作为 DP 主站）进行组态。

DP 主站的 PROFIBUS 地址

所有 PROFIBUS 地址均允许。

从 EN 50170 到 DPV1

分布式 I/O 标准 EN 50170 已进一步开发。其开发结果涵盖在 IEC 61158 / IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 中。在 SIMATIC 文件中，这称为 DPV1。新版本有增有减。

有些西门子自动化部件已具有 DPV1 功能。为了能够使用这些新功能，你应首先对你的系统进行一些稍微改动。有关从 EN 50170 到 DPV1 转换的详细说明，请参见客户支持因特网中标题为“Changing from EN 50170 to DPV1（从 EN 50170 转换为 DPV1）”的常见问题（FAQ），FAQ 标识号 7027576。

支持 Profibus DPV1 功能的部件

DPV1 主站

- 集成有 DP 接口（固件版本 3.0）的 S7-400 CPU。
- CP 443-5，订货号 6GK7 443-5DX03-0XE0，如果与上述 S7-400 CPU 之一一起使用。

DPV1 从站

- 来自 STEP 7 硬件产品目录及其系列名称下的 DP 从站可以以信息文本的形式识别为 DPV1 从站。

- 通过 GSD 文件集成在 STEP 7 中的 DP 从站，GSD Revision 3 以上。

STEP 7

STEP 7 V5.1，Service Pack 2 以上。

DPV1 部件的运行模式

- S7 兼容模式
  在这种模式下，部件符合标准 EN 50170。但是，不可能使用全部的 DPV1 功能。
- DPV1 模式
  在这种模式下，可以利用 DPV1 的所有功能。站中不支持 DPV1 功能的自动化部件仍可和以前一样继续使用。

DPV1 和 EN 50170 之间的兼容性

在转换为 DPV1 后，你可以继续使用所有以前的从站。但是，以前的从站不支持 DPV1 的附加功能。

即使没有转换为 DPV1，你也可以使用 DPV1 从站。此时，DPV1 从站和常规从站一样使用。源自西门子的 DPV1 从站可以用于 S7 兼容模式。对于第三方 DPV1 从站，你将需要一个 GSD 文件，以符合标准 EN50170，版本 3 或以上。

使用 SFC 103“DP_TOPOL”确定 DP 主站系统中的总线拓朴结构

提供有诊断中继器，以增强运行过程中损坏模板或 DP 电缆中断的查寻能力。该模板是一个从站，可以确定 DP 线束的拓朴结构，并记录其中的所有故障。

你可以使用 SFC 103“DP_TOPOL”，通过诊断中继器，触发 DP 主站系统的总线拓朴结构。SFC 103 在相应的在线帮助和《系统和标准功能》手册中都有说明。诊断中继器在《PROFIBUS DP 诊断中继器》手册中有说明，订货号 6ES7972-0AB00-8BA0。

运行过程中的系统修改

某些系统组态可以在 RUN 状态下进行修改，即使 H CPU 为单一模式运行。处理过程最大可持续 2.5 秒（可组态）。在该时间内，过程输出将保持其当前值。实际上，这不会影响过程，尤其是处理工程系统。请参见《运行过程中使用 CiR 进行系统修改》手册。

运行过程中的系统修改只能对分布式 I/O 进行。它需要显示在下图中的组态类型。为了简化说明，在图中只显示一个 DP 主站系统和一个 PA 主站系统。

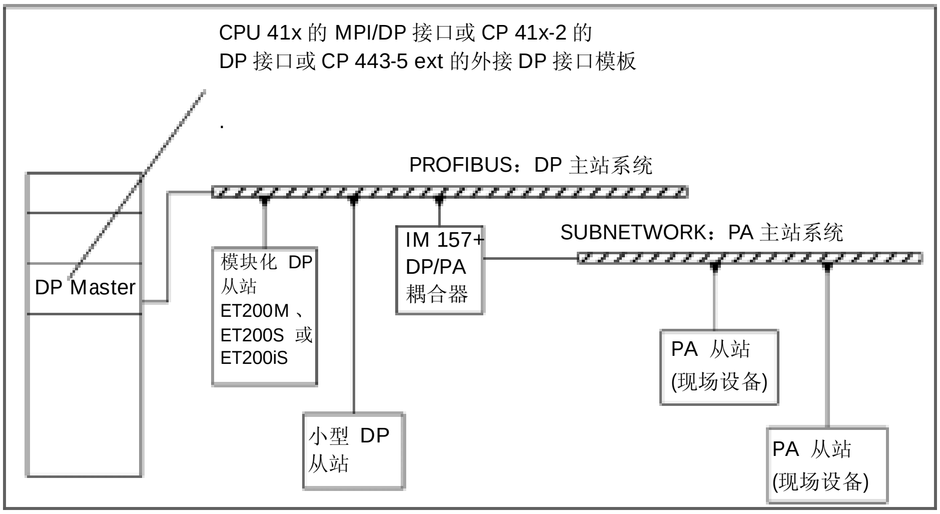


图 4-6 综述：运行过程中系统修改所需系统配置

运行过程中的系统修改硬件要求

在调试阶段，必须满足以下硬件要求，以便能在运行过程中进行系统修改。

- S7 400-CPU，固件版本 V3.1.0 或以上
- S7 400 H-CPU 只能在单一模式
- 如果使用的是一个扩展的 CP 443-5，必须为固件版本 V5.0 或以上
- 如果想为 ET 200M 添加模板：应使用 IM153-2（MLFB 6ES7 153-2BA00-0XB0）或 IM153-2FO（MLFB 6ES7 153-2BB00-0XB0）。另外，还需要将 ET 200M 与一个具有足够大空间的有源底板总线安装在一起，以便于扩展。ET 200M 必须根据标准 IEC 61158 进行集成。
- 如果你希望添加整个站：应确保必需的连接器、中继器等。
- 如果你希望添加 PA 从站（现场设备）：应在相应 DP/PA 链路中使用 IM157（MLFB 6ES7 157-0AA82-0XA00 或以上）。

注意

你可以将能在和不能在运行过程中进行系统修改的部件进行任意混合。根据所选组态，有可能会对在运行过程中进行修改的部件有所限制。

运行过程中的系统修改软件要求

需要使用 STEP7 V5.2，以便在运行过程中进行系统修改。在编写用户程序时，应使站故障或模板故障等事件不会造成 CPU STOP。

允许的系统修改：概述

在系统运行期间，可以进行以下修改：

- 为模块化 DP 从站 ET 200M、ET 200S、ET 200iS 添加模板，如果它们符合标准 IEC 61158。

- 在模块化从站 ET 200M、ET 200S、ET 200iS 现有模板上采用任意通道。
- 在现有 DP 主站系统中添加 DP 从站。
- 在现有 PA 主站系统中添加 PA 从站（现场设备）。
- 在一个 IM157 后添加 DP/PA 耦合器。
- 在现有 DP 主站系统中添加 PA 链路（包括 PA 主站系统）。
- 为一个过程映象分区进行模板分配。
- 重新组态 I/O 模板，例如选择其它中断限值。
- 取消修改：可以删除已添加的模板、DP 从站和 PA 从站（现场设备）。

4.9.3 CPU 41x 作为 DP 主站的诊断

用 LED 诊断

表 4-6 解释了 BUSF 指示灯的含义。

分配给 PROFIBUS-DP 接口的 BUSF 指示灯将始终点亮或闪烁。

表 4-6 CPU 41x 配置为 DP 主站时，BUSF 指示灯的含义

BUSF	含义	如何去做
熄灭	组态正确 所有配置的从站均可寻址	-
亮	• 总线故障（硬件故障） • DP 接口故障 • 多 DP 主站模式有不同的波特率（仅在单一模式）	• 检查总线电缆是否短路或开路 • 评价诊断。重新组态或修改组态数据。
闪烁	• 站故障 • 至少有一个被分配的从站不能寻址	• 检查总线电缆是否连接 CPU 41x 或总线是否断开 • 等待一直到 CPU 41x 完成上电过程。如指示灯没有停止闪烁，则检查 DP 从站或评价 DP 从站的诊断。

用 STEP 7 读取诊断数据

表 4-7 用 STEP 7 读取诊断信息

DP 主站	STEP 7 中的块或选项	应用	参考...
CPU 41x	DP 从站诊断选项	在 STEP 7 用户接口上显示从站诊断文本	参见 STEP 7 在线帮助中的硬件诊断以及 STEP 7 用户手册
	SFC 13 “DPNRM_DG”	读取从站诊断（存储在用户程序中的数据区内）	对于 CPU 41x 的组态，参见《CPU 手册》；对于 SFC 的组态，参见《系统和标准功能》参考手册；对于其他从站的组态，参见相应文件。
	SFC 59“RD_REC”	读取 S7 诊断记录（存储在用户程序中的数据区内）	
	SFC 51 “RDSYSST”	读取 SSL 子表。使用 SSLID W#16#00B3 调用诊断中断中的 SFC 51，并读取从站 CPU 的 SSL（系统状态表）。	参见《系统和标准功能》参考手册
	SFB 52“RDREC”	对于 DPV1 从站： 读取 S7 诊断记录（存储在用户程序中的数据区内）	
	SFB 54“RALRM”	对于 DPV1 从站： 读取相关中断 OB 中的中断信息	

在用户程序中评价诊断

下图将介绍如何评价用户程序中的诊断。

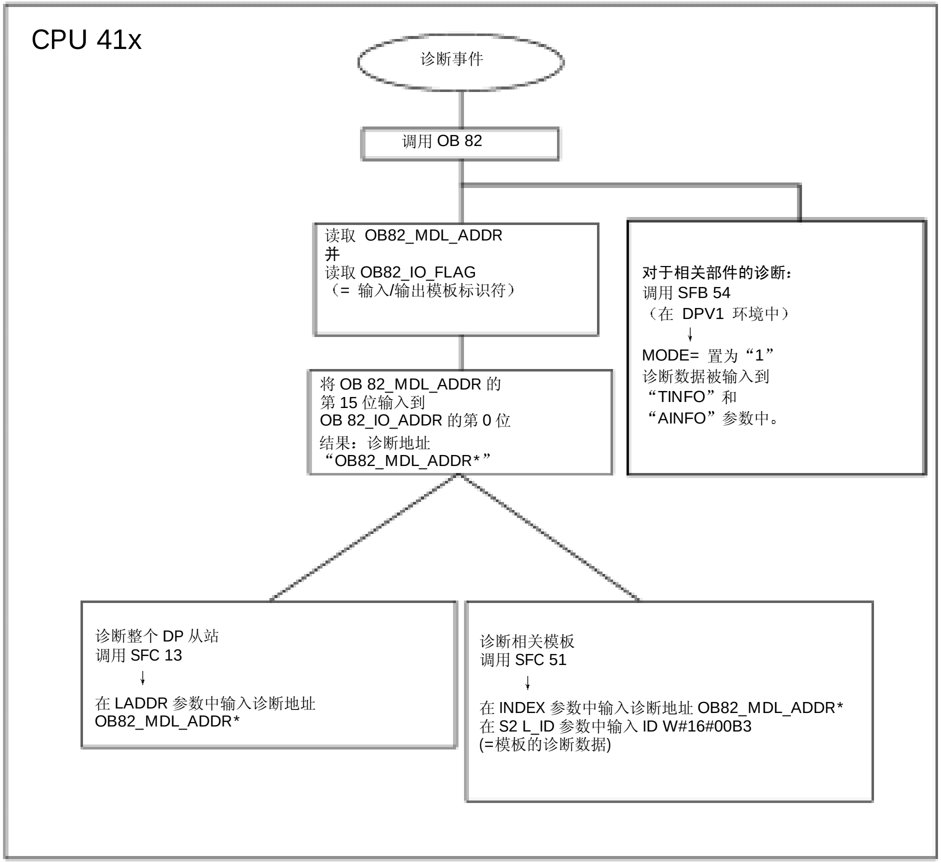


图 4-7　使用 CPU 41x 进行诊断

具有 DP 从站功能的诊断地址

在 CPU 41x 中，应为 PROFIBUS DP 分配诊断地址。确保在组态时将 DP 诊断地址同时分配给 DP 主站和 DP 从站。

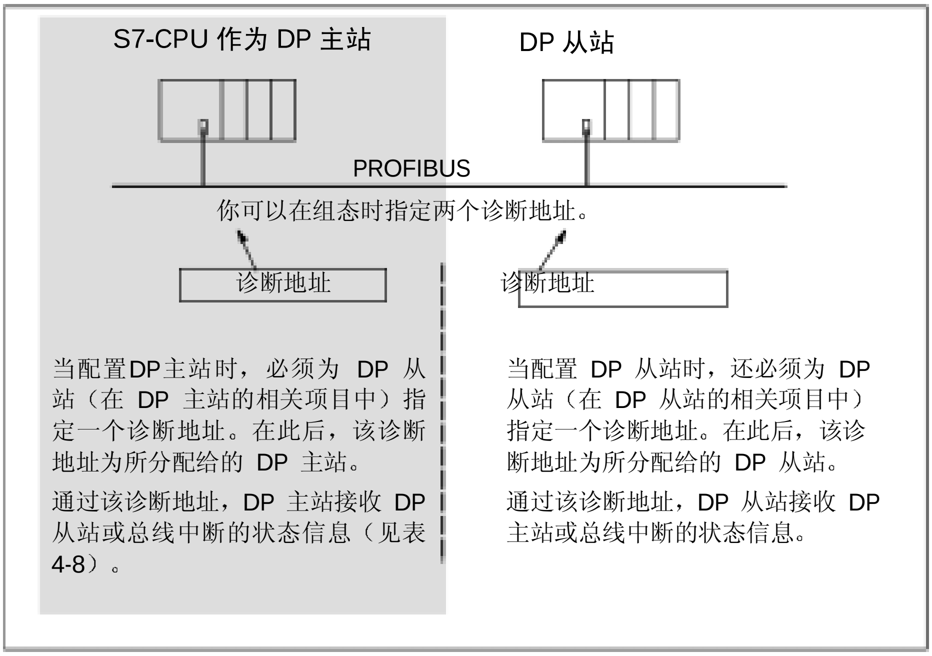


图 4-8 DP 主站和 DP 从站的诊断地址

事件检测

表 4-8 说明 CPU 41x 作为 DP 主站如何在数据传输过程中识别 DP 从站的运行模式改变或中断。

表 4-8 CPU 41x 作为 DP 主站的事件检测

事件	DP 主站发生了什么
总线中断 （短路，插拔）	• 使用报文“Station failure（站故障）”调用 OB 86 • （输入事件；分配给 DP 主站的 DP 从站诊断地址） • 对于 I/O 访问：调用 OB 122（I/O 访问错误）
DP 从站： RUN→STOP	• 使用报文“Faulty module（模板故障）”调用 OB 82 • （输入事件；DP 从站的诊断地址分配给 DP 主站；标志 OB82_MDL_STOP=1）
DP 从站： STOP→RUN	• 使用报文“Module ok（模板正常）”调用 OB 82 • （输出事件；DP 从站的诊断地址分配给 DP 主站；变量 OB 82_MDL_STOP=0）

在用户程序中进行评价

下表说明如何评价 DP 主站中的 DP 从站状态变化（例如，从“RUN”到“STOP”）（见表 4-8）。

在 DP 主站中		在 DP 从站中（CPU 41x）
诊断地址：（举例） 主站诊断地址 = 1023 主站系统中的从站诊断地址=1022		诊断地址：（举例） 从站诊断地址=422 主站诊断地址 = 无关
CPU 用下列信息调用 OB 82： • OB 82_MDL_ADDR=1022 • OB 82_EV_CLASS:=B#16#39（输入事件） • OB 82_MDL-DEFECT:=模板故障 提示：CPU 诊断缓冲区中有同样的信息 在用户程序中，也应包含 SFC 13 “DPNRM_DG”，以读取 DP 从站诊断数据 我们建议在 DPV1 环境中使用 SFB 54。它将全部输出中断信息。	←	CPU：RUN →STOP CPU 可以生成一个 DP 从站诊断帧。

4.10 一致性数据

就其内容和过程状态一起同时写入一个规定点的数据，被称为一致性数据。为了保持数据的一致性，在处理或传输过程中不应对数据进行更改或更新。

举例 1：

为了保证 CPU 在循环程序扫描期间有一个一致的过程信号映象，在程序扫描之间，应从过程映象输入中读取过程信号，并在程序扫描之后写入过程映象输出。因此，在寻址地址区“输入（I）”和“输出（O）”的程序扫描过程中，用户程序将寻址 CPU 的内部存储区域，该区域中包含输入和输出的映象，而不是直接访问信号模板。

举例 2：

如果通讯块（例如 SFB 14“GET”，SFB 15“PUT”）被一个具有较高优先级的过程中断 OB 中断，会造成数据的不一致。如果现在该过程中断 OB 中的用户程序更改已部分被通讯块处理的数据，所传输的数据将一部分是先前的数据，一部分是过程中断后处理的数据。

这意味着这些数据将不一致。

SFC 81“UBLKMOV”

使用 SFC 81“UBLKMOV”(非中断块移动)，你可以将一个存储区的内容（= 源区域）一致性地复制到不同的存储区（= 目标区域)。该复制操作不会被其它操作系统活动所中断。

使用 SFC 81“UBLKMOV”，你可以复制以下存储区域：

- 存储标记
- 数据块内容
- 输入过程映像
- 输出过程映像

你最多可以复制 512 个字节的相容数据。例如，应考虑到操作表中某些 CPU 的限制。

由于复制过程不能中断，在使用 SFC 81“UBLKMOV”时，CPU 的中断响应时间会增加。

源区域和目标区域不能重叠。如果指定目标区域大于源区域，该功能只能将源区域中包含的数据复制到目标区域中。如果指定目标区域小于源区域，该功能只能复制可以写入目标区域的数据。

4.10.1 通讯块和功能的一致性

使用 S7-400，在扫描循环检查点不处理通讯数据；相反，将在程序循环过程中的某个固定时间段内处理。

在系统方面，实际上只能一致性处理指令字节、字和双字，也就是说它们不会被通讯功能所中断。

如果只能成对使用的通讯块（例如 SFB 12“BSEND”和 SFB 13“BRCV”）参与用户程序，访问共享数据，则可以访问通过参数“DONE”自身协调的数据区。这样，可以保证在用户程序中本地传输的通讯区域与通讯块的数据一致性。

由于在目标设备的用户程序中不需要程序块，S7 通讯功能（例如 SFB 14“GET”，SFB 15“PUT”）的反应不同。在这种情况，在编程过程中，必须考虑到数据一致性的大小。

4.10.2 CPU 工作存储器的存取

操作系统的通讯功能可以访问固定块长度的 CPU 的工作存储器。块长度取决于 CPU；对于 S7-400 CPU，块长度为 32 个字节。

这可保证当使用通讯功能时，中断响应时间不会增加。由于该访问与用户程序不同步，因此不能传输字节数量没有限制的一致性数据。

下面解释了数据一致性保持规则。

4.10.3 SFB 14 “GET”和读标志一致性规则

如果遵守以下规则，可以使用 SFB 14“GET”一致性地传输数据。

- 主动 CPU（数据接收器）：通过调用 SFB 14 读取 OB 中的接收区，（如果这不可能）或读取 SFB 14 处理完成时的接收区。
- 被动 CPU（数据发送器）：只能将被动 CPU（数据发送器）的块大小规定的数据写入发送区域。
- 被动 CPU（数据发送器）：可以使用一个中断块，将要发送的数据写入发送区域。

下面举例即描述了这样一种情况，由于没有遵守第二条一致性规则，不能保证一致性数据的传输：尽管被动 CPU（数据发送器）的块大小只有 8 个字节，还发送 32 个字节的数据。

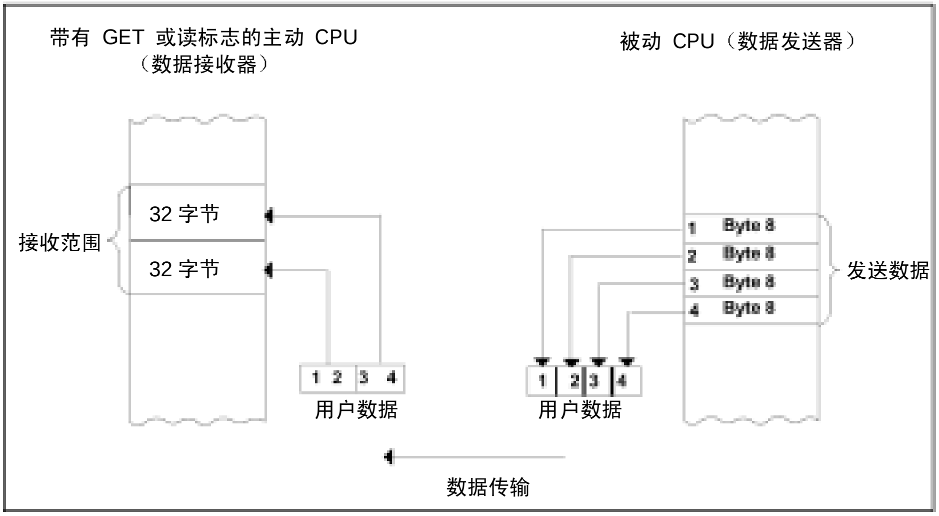


图 4-9 无数据一致性的数据传输

SFB 15 “PUT”和写标志一致性规则

如果遵守以下规则，可以使用 SFB 15“PUT”一致性地传输数据。

- 主动 CPU（数据发送器）：通过调用 SFB 15 可写操作 OB 中的接收区，（如果这不可能）或写操作 SFB 15 处理完成时的发送区。
- 主动 CPU（数据发送器）：只能将被动 CPU（数据接收器）的块大小规定的数据写入发送区域。
- 被动 CPU（数据接收器）：使用一个中断块从接收区域中读取接收到的数据。

下面举例即描述了这样一种情况，由于没有遵守第二条一致性规则，不能保证一致性数据的传输：尽管被动 CPU（数据接收器）的块大小只有 32 个字节，还发送 64 个字节的数据。

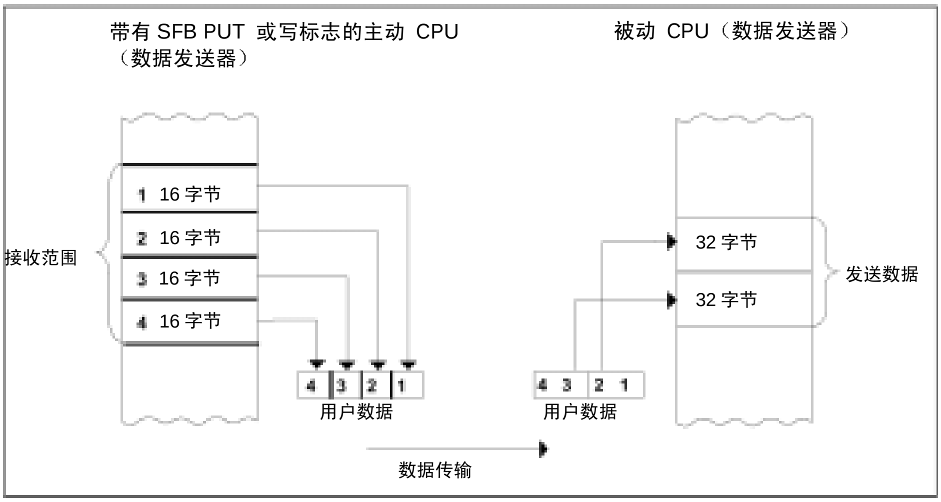


图 4-10 无数据一致性的数据传输

使用 SFC 81“UBLKMOV”（不中断块移动），在 S7-400 的用户程序中，可以保证扫描几个标志的较大数据块的一致性传输。

例如，使用 SFB 14“GET”、SFB 15“PUT”或读/写标志，可以一致性地访问这些数据。

4.10.4 DP 标准从站的一致性数据读和写操作

使用 SFC 14“DPRD_DAT”，DP 标准从站的一致性数据读操作

使用 SFC 14“DPRD_DAT”（DP 标准从站的一致性数据读操作），你可以一致性地读取 DP 标准从站的数据。

如果在数据传输过程中没有出错，所读取的数据将被输入到由 RECORD 定义的目标范围。

目标范围必须和你使用 STEP 7 为所选模板组态的长度相同。

通过调用 SFC 14，你只能访问组态起始地址处的模板 / DP ID 数据。

使用 SFC 15“DPWR_DAT”，将数据一致性地写入 DP 标准从站

使用 SFC 15“DPWR_DAT”（DP 标准从站的一致性数据写操作），你可以一致性地将数据写入在 RECORD 编址的 DP 标准从站。

数据源范围必须和你使用 STEP 7 为所选模板组态的长度相同。

注意

Profibus DP 标准定义了一致性用户数据传输的最大限值（见下面）。一般的 DP 标准从站都遵守该最大限值。在以前的 CPU 中（1999 年以前），根据 CPU，一致性用户数据的传输会有所限制。对于这些 CPU，你可以在相应的技术参数中（索引项“DP 主站 – 每个 DP 从站的用户数据”），确定 CPU 能从 DP 标准从站一致性读和写数据的最大长度。较新的 CPU 都可以超出一个 DP 标准从站能够发送和接收数据的数量。

在一个 DP 从站上一致性用户数据传输的最大限值

Profibus DP 标准定义了一个 DP 从站一致性用户数据传输的最大限值。

为此，在一个块中，可以将最多 64 个字（128 个字节）的用户数据传送到 DP 从站。

在组态时，你可以确定一致性数据的大小。你可以以专门的标识格式（SKF）设定一致性数据的最大长度，64 个字 = 128 个字节（输入 128 个字节，输出 128 个字节）；数据块的大小不能超过这一限值。

该最大限值只适用于纯粹的用户数据。诊断数据和参数数据应全记录重新编组，并进而被一致性传输。

对于一般标识格式（SKF），一致性数据的最大长度可以设定为 16 个字 = 32 个字节（输入 32 个字节，输出 32 个字节）；数据块的大小不能超过这一限值。

应注意，如果一般环境中的 CPU 41x 用作第三方主站中的一个 DP 从站（连接由 GSD 定义），必须使用一般标识格式组态。因此，用作 PROFIBUS DP 从站的 CPU 41x 的传输存储器可以最大为 16 个字（32 个字节）。

4.10.5 不使用 SFC 14 或 SFC 15 时的一致性数据存取

对于下述 CPU，不使用 SFC 14 或 SFC 15，也可以存取 4 个字节以上的一致性数据。应一致性传输的 DP 从站的数据区将被传输到过程映象分区。因此，该区域中的信息总是一致的。之后，你可以使用装入/传输指令（例如 L EW 1），访问过程映象分区。这是一种极为方便和有效的（低运行时间）一致性数据存取方式。它可以将驱动系统等设备或其它 DP 从站进行有效连接和组态。

这适用于 CPU 41x-H（固件版本 3.0 以上）：

直接访问（例如 L PEW 或 T PAW）也没有 I/O 访问错误。

以下对于从 SFC14/15 方法转换为过程映象方法非常重要：

- 当从 SFC14/15 方法转换为过程映象方法时，不建议同时使用系统功能和过程映象。尽管在使用系统功能 SFC15 进行写操作时更新过程映象，但在读操作时则不然。即，不能保证过程映象数值和系统功能 SFC14 的数值之间的一致性。
- SFC 50“RD_LGADR”可以和使用过程映象方法一样，使用 SFC 14/15 输出其它地址区。
- 如果使用的是 CP 443-5，同时使用系统功能和过程映象会导致以下错误：将不能读/写过程映象和/或使用 SFC 14/15 进行读/写操作。

例如：

下面举例（过程映象分区 3“TPA 3”）表示了 HW Config 中的这样一种组态：

- 输出时的 TPA 3：这 50 个字节被一致性保存在过程映象分区 3 中（下拉列表“Consistent over -> entire length”），并因此可通过常规“load input xy”指令读取。
- 在下拉菜单中的输入项下选择“Process Image Partition -> ---”，将：不保存在过程映象中。然后只使用系统功能 SFC14/15 进行处理。



5　S7-400H 系统及运行模式

本章主要介绍 S7-400H 容错系统。

下面用户将了解到容错系统的运行基本概念。

随后，向用户提供容错系统工作模式的相关信息。这些工作模式取决于不同形式的容错 CPU 的操作模式，这将在此后的内容中给出。

说到运行模式，本节集中给出和标准 CPU 不同的功能特点。有关 CPU 一般运行模式的介绍，请看*《STEP7 编程手册》*。

本节的最后提供容错式 CPU 修改响应时间的详细说明。

5.1 引言

S7-400H 由两个冗余配置的子系统组成，两个子系统由光缆实现同步。

两个子系统共同建立一个容错式可编程控制器，并根据“有效性冗余”的原理通过一个双通道（输出 1OO2）结构进行操作。

什么是有效性冗余

有效性冗余，也经常称为功能性冗余，是指所有的冗余资源都一直处在工作状态中，也同时包含在控制任务的执行过程中。

对于 S7-400H 系统，就意味着用户程序被各自放在两个 CPU 中，并被两个 CPU 同时执行。

说明

对于两个相同的子系统，我们在下面的叙述中采用传统的表达模式加以区别，即“主”和“热备”双通道容错系统。由于热备系统一直处在运行状态中，所以主站上的各种事件在热备系统上同步进行。这就是说热备系统并不是在那等着故障事件的发生。

主 CPU 和热备 CPU 的一个最重要的差别是确保对重复性故障的发生起反应。例如，当冗余连接出现故障时，尽管主 CPU 处于 RUN 状态，热备 CPU 也会切换到 STOP 状态。

主 CPU 和热备 CPU 的分配

当 S7-400H 系统第一次运行时，第一个被启动的 CPU 成为主 CPU，另一个 CPU 则为热备 CPU。

一旦主/热备 CPU 确定下来，只要电源同时处于 POWER ON 状态，就一直保持这种地位。

主/热备 CPU 在下列情况中其地位会发生变化：

1. 热备 CPU 在主 CPU 之前启动（至少需要 3 秒的间隔）。
2. 在冗余系统工作模式中主 CPU 处于 STOP 或故障状态。
3. 在 TROUBLESHOOTING 模式中没有发现故障（请参考 5.3.6 节）。

同步化子系统

主 CPU 和热备 CPU 是通过光缆链接的。通过此种链接，使两个 CPU 保持事件驱动的同步程序扫描。

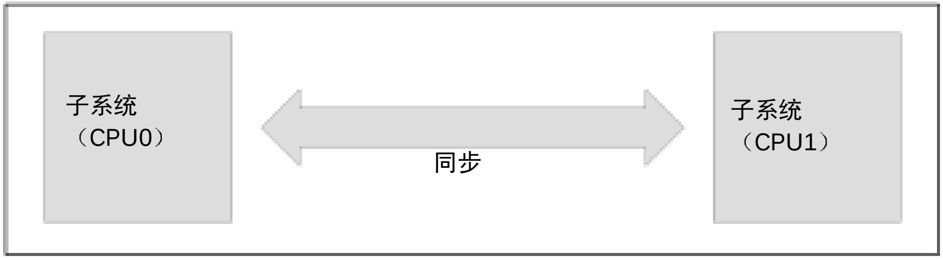


图 5-1 同步化子系统

同步功能由操作系统自动完成，并不影响用户程序，可以使用在 S7-400 标准 CPU 上所熟悉的编程方法编写用户程序。

事件驱动的同步功能的执行过程

在 S7-400H 上使用了西门子公司拥有专利的“事件驱动同步功能”技术。这一功能已经在实际应用中证明是有效的，并已经用在 S5-115H 和 S5-155H PLC 产品上。

事件驱动同步功能是指主 CPU 和热备 CPU 之间的同步数据在任何事件中同时被处理。而这些事件又可能会导致子系统内不同的工作模式。

主 CPU 和热备 CPU 在下述工作中实现同步功能。

- 直接存取 I/O 数据
- 中断
- 用户时间的更新。例如，S7 计时器。
- 通过通讯功能对数据进行修改

无中断连续运行—即使在失去一个冗余 CPU 的情况下。

事件驱动同步处理过程确保运行一直处在连续状态中。即使当主 CPU 出现故障时，依靠热备 CPU 的工作，也能保证实际运行的连续性。

自检功能

错误功能必须被及时检测出来，并尽快加以隔离并提出报告。因而，在 S7-400H 系统中使用了大范围的自检功能，以便自动在后台运行。

自检工作检测下列单元和功能：

- 中央控制器的内部连接
- 处理器
- 存储器
- I/O 总线

如果自检功能检测到一个错误，容错系统将试图消除该错误或对其影响进行抑制。

5.2 S7-400H 系统模式

由于两个 CPU 的运行模式不同，而导致 S7-400H 的系统模式不同。术语“系统模式”是为了采用一种简单的表达模式而使用的说法，以区别于两个 CPU 步调一致的运行模式。

例如：不使用“主 CPU 在 RUN 模式，热备 CPU 在 LINK-UP 模式”这种说法，而是说“S7-400H 处于 LINK-UP（链接）”系统模式。

系统模式概况

下表给出 S7-400H 可能有的系统模式

表5-1 S7-400H系统模式概况

S7-400H系统模式	两个CPU的运行模式	
	主CPU	热备CPU
Stop （停止）	STOP（停止）	STOP，去电，DEFECTIVE
Startup（启动）	STARTUP	STOP，去电，DEFECTIVE，不同步
单一模式	RUN（运行）	STOP，TROUBLESHOOTING，去电，DEFECTIVE，不同步
链接	RUN（运行）	STARTUP，LINK-UP
Update（更新）	RUN（运行）	UPDATE
冗余模式	RUN（运行）	RUN（运行）
Hold（保持）	HOLD	STOP，去电，DEFECTIVE

5.3 CPU 的运行模式

主要讲述在任何时间点上 CPU 的操作行为。了解 CPU 的运行模式对编写启动程序、检测和错误诊断有帮助。

从 POWER ON 到冗余系统模式的操作方法

总的来说，两上 CPU 具有相同的权力，所以每一个 CPU 既可以成为主 CPU，也可以成为热备 CPU。为了方便理解，图 4-2 预先指定主 CPU（CPU0）比热备 CPU（CPU1）的优先权高。

图 5-2 分析了当两个 CPU 从 POWER ON（上电）到冗余系统模式的操作方法。由于保持（HOLD）模式（参见 5.3.5 节）和 ERROR-SEARCH（参见 5.3.6 节）属于特殊运行模式，没有列在图中。

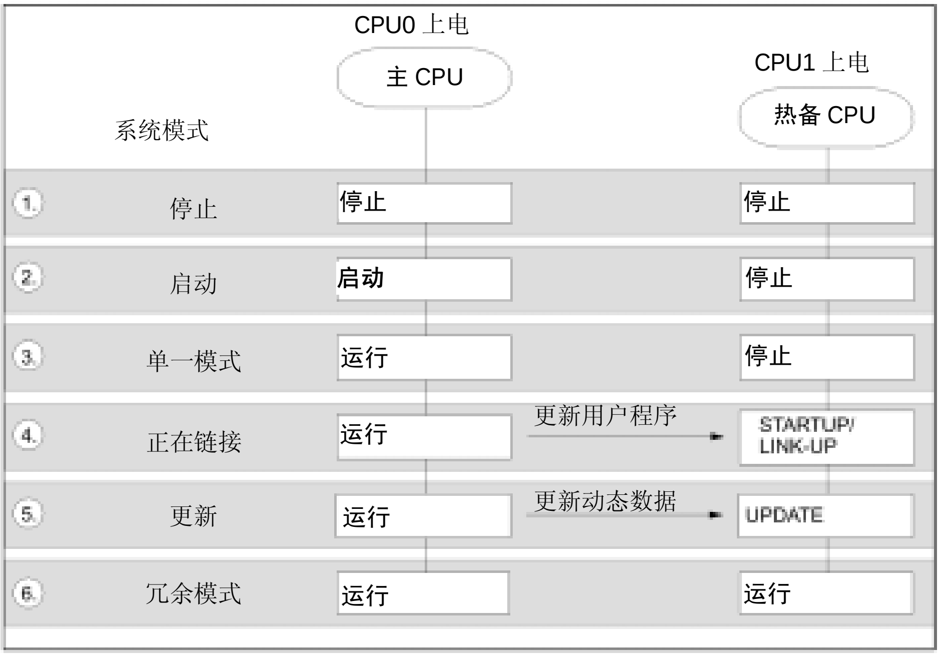


图 5-2 容错系统的系统组成与运行模式

对图 5-2 的解释

表 5-2 对图 5-2 所示容错系统的组成及运行模式的解释

序号	说明
1.	电源给电时，两个 CPU（CPU0 和 CPU1）都处在 STOP 模式
2.	CPU0 变为 STARTUP 模式，并且根据启动时的不同情况处理 OB 100 或 OB 102。（参见 5.3.2 节）
3.	启动成功，主 CPU（CPU0）变成单一模式（仅主 CPU 处理在主 CPU 内的用户程序）。
4.	热备 CPU（CPU1）请求 LINK-UP（链接），主、热备 CPU 之间相互比较它们各自的用户程序。如果存在差异，用主 CPU 更新热备 CPU 的用户程序（参见 5.3.2 节）
5.	链接成功后开始更新工作（参见 6.2.2）。在当前情况下，主 CPU 更新热备 CPU 的动态数据（动态数据指输入数据，输出数据，计时器数据，计数器数据，存储器标志和数据块数据）。 在完成更新任务后，两个 CPU 存储器中的内容相同。 （参见 5.3.3 节）
6.	主、热备 CPU 完成更新工作后变为 RUN 运行模式，两个 CPU 同步地处理用户程序。 例外：当为配置/程序修改而切换主/热备 CPU 时除外。 只有当两个 CPU 是同期发布的产品并具有相同的固件版本时，才能组成冗余系统模式。

5.3.1 停止（STOP）运行模式

除了附加说明的情况外，S7-400H 的两个 CPU 在 STOP 模式时，其性能几乎和 S7-400 的标准 CPU 完全一样。

当两个 CPU 都处于 STOP 模式，而用户想装入一个组态程序，应确保把程序装载到主 CPU 上，只有主 CPU 才能将数据块传送到 I/O 模板。

存储器复位

只有当 CPU 处于工作状态时，对存储器复位才起作用。如果用户想对两个 CPU 进行复位，必须先对一个 CPU 进行复位，然后再对另一个 CPU 进行复位。

5.3.2 启动（START UP）运行模式

除了附加说明的情况外，S7-400H 的两个 CPU 在 STARTUP 模式时，其性能几乎和 S7-400 的标准 CPU 完全一样。

Startup（启动）

容错 CPU 分冷启动和再启动（暖启动）。

容错 CPU 不支持重新启动。

由主 CPU 完成的启动过程

S7-400H 的启动模式完全由主 CPU 完成。热备 CPU 在启动过程中不起作用。

STARTUP 模式时，主 CPU 比较用户用 STEP 7 程序创建的现存的包括硬件的 I/O 配置。如果存在差异，主 CPU 采取的措施和 S7-400 标准 CPU 采取的措施一致。

主 CPU 对下述设备进行检查并分配参数：

1. 切换式 I/O 模板。
2. 单向，单通道 I/O 模板。

进一步说明

有关 STARTUP 模式的详细说明请参见 STEP7 编程手册。

5.3.3 链接（LINK-UP）和更新（UPDATE）运行状态

容错系统在接受冗余式工作模式之前，主 CPU 检查和更新热备 CPU 的存储器内容（例外情况：当切换到配置修改后的 CPU 时进行的链接和更新除外）。

在连续运行状态中检查和更新存储器内容的工作分两项进行，即按照下述的“链接”和“更新”进行。

在链接和更新工作期间，主 CPU 一直处于 RUN 工作模式，热备 CPU 处于 LINK-UP 或 UPDATE 工作模式。

当执行链接和更新工作时，在冗余工作模式和主/热备 CPU 切换工作模式之间会产生一定的差别（有关组态修改主/热备 CPU 切换模式的资料请看第 10 章）。有关链接和更新过程的详细信息见 6.2 节。

5.3.4 RUN（运行）运行状态

除了附加说明的情况外，S7-400H 的两个 CPU 在 RUN 模式时，其性能几乎和 S7-400 的标准 CPU 完全一样。

两个 CPU 中至少一个 CPU 按下述模式执行用户程序：

- 单一模式
- 链接，更新模式
- 冗余模式

单一模式，Link-up，Update 工作模式

在上述命名的系统工作模式中主 CPU 处于 RUN 状态，并且执行本 CPU 上的用户程序。

冗余工作模式

在冗余工作模式，主 CPU 和热备 CPU 都处在“RUN”状态。两个 CPU 同步执行用户程序，并相互检查。

在冗余模式中，不能利用断点指令检测用户程序。

只有当两个 CPU 是同期发布的产品并具有相同的固件版本时，才能组成冗余系统模式。表 5-3 列出引起系统退出冗余模式的各种故障。

表 5-3 导致终止冗余工作模式的各种故障

故障	措施
一个 CPU 处于故障状态	参见第 10.1.1 节
冗余链接出现故障（同步子模板或光缆出现故障）	参见第 10.1.5 节
RAM 比较中出现错误（比较错误）	参见第 5.3.6 节

冗余模板

冗余系统工作模式时执行下述规定：

冗余使用的模板（例如，DP 从站接口模板 IM 153-2）必须相同——换句话说，它们的订货号、版本和固件版本必须相同。

5.3.5 保持（Hold）运行状态

除了附加说明的情况外，S7-400H 的两个 CPU 在“HOLD”模式时，其性能几乎和 S7-400 的标准 CPU 完全一样。

HOLD 模式是一种特殊情况，只有在测试时才使用。

什么情况下会出现 HOLD 工作模式？

只能从 STARTUP 模式和单一模式中的 RUN 子模式中转换到 HOLD 模式。

特点

- 当容错 CPU 处于 HOLD 模式时，不能进入链接和更新工作模式。热备 CPU 保持在 STOP 状态，并发布一个诊断信息。
- 如果容错系统仍在冗余系统模式下工作，就没有保持位置可以设定。

5.3.6 故障排除（TROUBLESHOOTING）运行状态

在自检过程中，将比较主 CPU 和热备 CPU。如果检查出不同，则给出比较错误报告。可能的错误有硬件错误、校验和错误以及 RAM/PIQ 比较错误。

以下事件会触发“TROUBLESHOOTING”模式：

1. 如果在冗余模式下单向调用 OB 121（只在一个 CPU 上），假定出现硬件故障，该 CPU 会进入“TROUBLESHOOTING”模式。其它 CPU 都成为主 CPU，如果需要的话，可以继续处在单一模式。
2. 如果在冗余模式下，只在一个 CPU 上出现校验和错误，该 CPU 会进入“TROUBLESHOOTING”模式。其它 CPU 都成为主 CPU，如果需要的话，可以继续处在单一模式。
3. 如果在冗余模式下，出现 RAM/PIQ 比较错误，热备 CPU 将进入“TROUBLESHOOTING”模式（缺省反应），主 CPU 继续处于单一工作模式。

至于对于 RAM/PIQ 比较错误的反应，可以通过组态进行更改（例如热备 CPU 可以进入“STOP”模式）。

TROUBLESHOOTING 模式的目的是检查和确定故障 CPU。在查错期间，热备 CPU 执行全部自检程序，主 CPU 继续保持“RUN”状态。

如果检测到错误，CPU 将进入“DEFECTIVE（故障）”模式。如果没有检测到错误，CPU 将再次链接。这样，容错系统就在冗余系统模式下开始工作。然后，自动进行主-备用切换。这可保证当在 TROUBLESHOOTING 模式下检测到下一个错误时，测试前一个主 CPU 的硬件。

在“TROUBLESHOOTING（故障排除）”模式下，不能进行通讯。

自检功能的详细信息，参见第 5.4 节。

5.4 自检功能

自检过程

在无缓冲“POWER-ON（电源上电）”（例如，插入 CPU 模板后的第一次上电；或者是在没有后备电池的情况下给电）和“TROUBLESHOOTING”模式中，CPU 执行全部自检程序。全部自检所需的处理时间取决于 S7-400H 的组态，大约持续 90-220 秒。

在操作系统运行过程中，将自检功能分解为小的程序段（测试时间片），然后在整个循环程序中执行。周期自检程序是按从开始至结束在一定时间内完成自检工作。缺省时间为 90 分钟，该时间可以在组态中修改。

自检过程中的错误响应

如果自检中发现故障，则有：

表 5-4 自检过程中的错误响应

错误类型	系统响应
硬件故障（无单向 OB 121 调用）	故障 CPU 进入“DEFECTIVE（故障）”模式。容错系统进入单一模式。错误原因将被输入诊断缓冲区。
硬件故障，单向 OB 121 调用	带有单向 OB 121 的 CPU 进入“TROUBLESHOOTING（故障排除）”模式。容错系统模式进入单一模式（如下）。
发生 RAM/PIQ 比较错误	错误原因将被输入诊断缓冲区。设定组态的系统或操作模式（如下）。
校验和出错	这些响应取决于检测到错误时的情况（如下）。

硬件故障，单向 OB 121 调用

如果是自前一未缓冲上电后，第一次由于单向 OB 121 出现硬件错误，故障 CPU 将进入“TROUBLESHOOTING”模式。容错系统进入单一模式。错误原因将被输入诊断缓冲区。

如果在 7 天内，由于单向 OB 121 调用，再次出现硬件故障，故障 CPU 将进入“DEFECTIVE（故障）”模式。容错系统进入单一模式。

RAM/PAA 比较错误

如果自检程序查到 RAM/PIQ 比较错误，则容错系统退出冗余工作模式，热备 CPU 进入“TROUBLESHOOTING（故障排除）”模式（缺省组态）。错误原因将被输入诊断缓冲区。

RAM/PIQ 比较错误后的措施取决于错误发生在随后的自检周期中，还是在此之后。

表 5-5 再次发生比较错误后的措施

再次发生比较错误	措施
错误发生在随后的第一个自检周期内	热备 CPU 进入“TROUBLESHOOTING”模式，然后进入“STOP”模式。 容错系统进入单一模式。
经过两个或更多自检周期才出现错误	热备 CPU 进入“TROUBLESHOOTING”状态。 容错系统进入单一模式。

校验和出错

如果自上次未缓冲上电后，第一次出现校验和错误，系统将如下响应：

表 5-6 对校验和出错的响应

检测时间	系统响应
通电以后上电测试过程中	故障 CPU 进入“DEFECTIVE（故障）”模式。 容错系统进入单一模式。
周期自检（STOP 或单一模式）	纠正错误。CPU 处于“STOP”模式或单一模式。
周期自检（冗余系统模式）	纠正错误。故障 CPU 进入“TROUBLESHOOTING”模式。 容错系统进入单一模式。
TROUBLESHOOTING 模式	故障 CPU 进入“DEFECTIVE（故障）”模式。 容错系统进入单一模式。

错误原因将被输入诊断缓冲区。

如果在 7 天内重新出现校验和错误，故障 CPU 将进入“DEFECTIVE（故障）”模式，容错系统进入单一模式。

在 F 系统中，将通知 F 程序，在“STOP”模式或单一模式下，自检功能已检测到第一次校验和出错错误。F 程序如何对此响应，请参见《*S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器*》手册。

影响周期自检功能

使用 SFC90H_CTRL 功能，用户可以影响周期自检的范围和周期自检程序的执行。例如，用户可以去除和替换经过自检的单个部件。另外，可以明确地调用和启动指定的测试部件。

有关 SFC90H_CTRL 功能的详细资料在 *S7-300/400 系统软件，系统和标准功能手册*中提供。

注意

在一个安全型系统中，周期自检程序不能被禁止后再使能。有关详细资料，见*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》*手册。

5.5 响应时间

指令运行时间

STEP 7 的指令运行时间在 S7-400 CPU 指令表中提供。

直接访问 I/O

请注意，访问每一个 I/O 设备都需要两个子系统的同步进行。这样，导致了较长的扫描时间。

利用用户程序可以避免直接访问 I/O 设备，即通过过程映像（或者部分过程映像，例如周期性中断）完成访问工作。在过程映像的过程中，由于整体数据同时同步完成，这样就能产生较高的运行性能。

响应时间

关于响应时间计算的详细信息，请参见“自动化系统 S7-400，CPU 数据”参考手册。

注意：更新热备 CPU 会延长中断响应时间（请看 6.3.1 节）。

由于在更新工作阶段需执行不同等级的中断延时，所以中断响应时间取决于优先权级别。

5.6 S7-400H 系统中的过程中断评价

当在 S7-400H 系统中使用可以生成过程中断的模板时，可能会出现在过程中断 OB 中通过直接访问读取的过程值与中断时的过程值不一致。应评价过程中断 OB 中的临时变量（起始信息）。

因此，如果使用的是可以生成过程中断的 SM 321-7BH00 模板，由于需要直接访问 I/O，在一个输入以及同一输入的上升沿和下降沿可能会具有不同的响应。

如果在用户程序中想对不同的脉冲沿变化有不同的响应，应对两个来自不同通道组的输入施加信号，并将一个输入参数化为上升沿，另一个输入参数化为下降沿。

6 链接和同步

6.1 链接和更新的作用

通过两个 CPU 板上的 REDF LED 灯来来指示是否正在进行链接和更新工作。处于链接状态时 LED 灯以 0.5Hz 的频率闪烁；处于更新状态时，则以 2Hz 的频率闪烁。

链接和更新任务对执行用户程序和通讯功能起着多种作用。

表 6-1 链接和更新过程的各种性质

	正在链接	Update（更新）
执行用户程序	执行所有级别的OB块功能。	延迟执行部分优先级的OB块功能，待更新工作完成后再响应所有的请求。 在后续章节中提供详细的说明。
执行各种功能块的删除、装入、生成和压缩	功能块不能被删除、装入、生成和压缩。 如果执行了这些功能，则不能进行链接和更新工作。	功能块不能被删除、装入、生成和压缩。
执行各种通讯功能，PG操作	执行各种通讯功能。	部分功能被抑制和延迟。待更新任务完成之后再响应所有被延迟的功能。 随后章节中提供详细的说明。
CPU自检	不执行	不执行
检查和授权各种功能，例如“监视器和控制标记”，“监视器（On/Off）”。	不能执行检查和授权功能。 如果执行了这些功能，则不能进行链接和更新工作。	不能执行检查和授权功能。
处理主CPU上的链接工作	保留所有的链接，不产生新的链接。	保留所有的链接，不产生新的链接。被断开的链接只有在更新工作完成后才能被重新链接上。
处理热备CPU上的链接工作	断开所有的链接，不产生新的链接。	所有的链接都已经被断开。从链接状态中终止退出。

6.2 链接和更新的功能顺序

链接和更新任务有两种模式：

- 在“正常”链接和更新模式中，容错系统可以从单一模式转换到冗余系统模式，然后两个 CPU 同步处理相同的程序。
- 对于主系统 / 热备系统切换后的链接和更新，第 2 个经修改部件后的 CPU 会接过过程控制任务。硬件配置、存储器组态或操作系统都可能被修改。

为了返回到冗余系统模式，必须按顺序执行一个“正常”的链接和更新工作。

如何启动链接和更新任务

初始状态：单一模式，即，容错系统中只有一个 CPU 通过光缆被连上，并处于 RUN 模式。

为了获得冗余系统，按下列步骤进行链接和更新工作。

- 将热备 CPU 上的模式开关从 STOP 位置转到 RUN 或 RUN-P 位置。
- 如果在 POWER DOWN 之前 CPU 不是处在 STOP 模式，则将热备 CPU 通电（POWER ON，模式选择器位于 RUN 或 RUN-P 位置）。
- 操作员在 PG/ES 上控制

只能通过操作员在 PG/ES 上的控制，利用主/热备 CPU 转换开关起动链接和更新工作。

注意

如果热备 CPU 上的链接和更新工作被中断（例如，POWER DOWN，STOP），前后矛盾的数据会导致此 CPU 发出复位请求。当热备 CPU 复位后，重新执行链接和更新工作。

链接和更新工作的处理框图

下图展示了链接和更新工作总体内容上的功能顺序要点。起始状态是主 CPU 为单一模式。在图示中 CPU0 已被指定为主 CPU。



*) 如果选择“切换到修正配置后的 CPU”有效时，则不复制装载存储器中的内容。在第 6.2.3 节中介绍用户可以看到的从主 CPU 上主存储器内的用户程序块（OB，FC，FB，DB，SDB）中复制的内容。

图 6-1 链接和更新的功能顺序


主CPU（CPU0）
热备CPU（CPU1）
RUN（运行）
更新（REDF LED 灯以 2 Hz的频率闪烁）
STOP（停止）
发送到所有登录通讯伙伴的状态报文“同步化”
对数据记录的异步 SFC 给予否定应答*）
报文延迟
延迟所有优先级小于15的OB块（包括OB1）
起动对最大扫描周期时间扩展的监视功能
主CPU复制已修正过的数据块的内容
延迟当前的通讯任务或拒绝接受新的通讯任务
起动对最大通讯延迟的监视功能
延迟执行优先级＞15的各OB块，但不包括带特殊处理功能的看门狗中断OB块
如果适合，执行带特殊处理功能的看门狗中断OB块
起动对优先等级＞15的最大阻塞时间监视功能
主站复制输出
起动最小I/O保持时间
主CPU复制已经修正的数据块中的内容
主CPU复制定时器、计数器中的内容，以及存储器标识、输入信号和诊断缓冲器中的内容。
主任务更改
*） 在下面的章节中详细介绍 SFC、SFB 和通讯功能的内容。

图 6-2 更新工作过程

更新阶段内输入信号持续的最短时间

在更新阶段，需停止程序扫描一段时间（此内容将在后面详细说明）。而当满足下列条件时，即使是在更新阶段，CPU 也能可靠地检测到输入信号的变化。

信号持续最短时间＞ I/O 更新所需要时间的 2 倍（仅适用于 DP）

+具有一定优先等级的调用间隔时间

+具有一定优先级别的程序的处理时间 + 更新时间

+具有最高优先级别的程序的处理时间

例如：

优先级别＞15 的 OB 块（例如 OB40）的输入信号持续最短时间的估算。

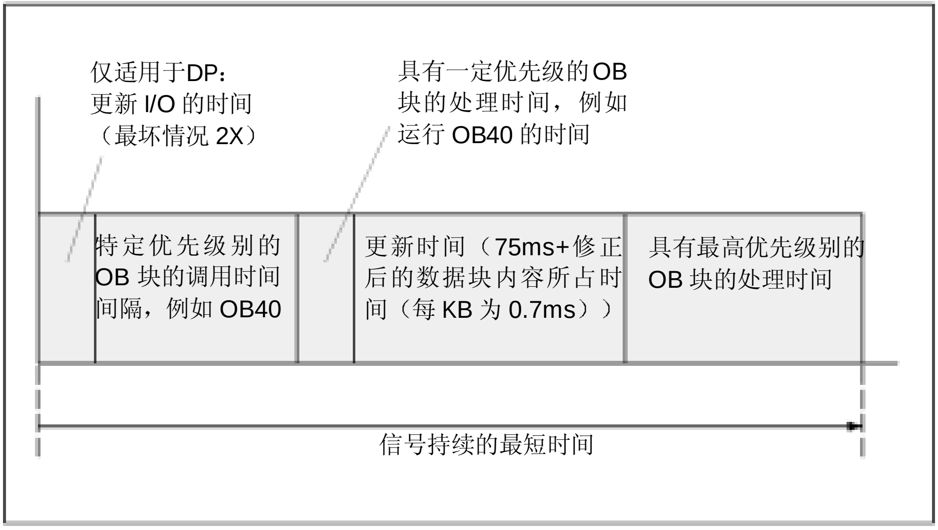


图 6-3 更新阶段输入信号持续的最短时间的举例

6.2.1 链接过程

不管是在冗余系统模式还是主/热备 CPU 切换情况，其链接过程是有差别的。

获取冗余系统模式的链接工作

为了消除两个子系统中的差异，主 CPU 和热备 CPU 执行下列比较工作。

检查下列内容：

1. 存储器配置是否相同。
2. 操作系统版本是否相同。
3. 装载存储器（FEPROM 卡）的内容是否相同。
4. 装载存储器（集成 SRAM 和 RAM 卡）的内容是否相同。

如果 1、2 或 3 项中的内容不相同，热备 CPU 切换到 STOP 模式，并给出故障信息。

如果 4 中的内容不相同，主 CPU 将自身 RAM 中装载存储器内的用户程序复制到热备 CPU 中。

装载存储器 FEPROM 中的用户程序不被复制。但在链接之前主/热备 CPU 中 FEPROM 卡的内容必须保持一致。

主/热备 CPU 在切换情况下的链接

利用 STEP 7，用户可以选择下列选项中的一项，内容如下：

- “切换到已修正配置后的 CPU”
- “切换到已扩展存储器配置后的 CPU”

“切换到已修正操作系统后的 CPU”选项不能与当前操作系统版本一起使用。

切换到已修正配置后的 CPU

用户可以在热备 CPU 上对下列存储器进行配置。

- 硬件配置
- 装载存储器的类型（例如，用户已经用一个 FLASH 卡替换掉一个 RAM 卡）；新的装载存储器可以比原先的大或小。

链接过程中没有功能块从主 CPU 复制到热备 CPU 中（详细资料见第 6.2.3 节）。

上述情况（硬件配置的修改，装载存储器类型的改动）执行步骤的说明见下面章节。

注意

如果用户既没有修改硬件配置，也没有改变热备 CPU 上装载存储器的类型，就会一直执行主/热备 CPU 切换工作，原主 CPU 切换到 STOP 模式。

切换到已扩展存储器配置后的 CPU

用户可以在热备 CPU 上对下列存储器进行配置。

- 扩展主存储器空间和/或
- 扩展装载存储器空间——为了完成此项工作，用户必须使用具有相同型号的装载存储器模板，例如，不管是 RAM 卡还是 FLASH 卡。FLASH 卡上的内容必须一致。

链接过程中主 CPU 上的用户程序块（OBs，FCs，DBs，SDBs）从装载存储器和主存储器中被复制到热备 CPU（下面的情况例外：如果装载存储器模板是 FLASH 卡，则只有主存储器中的功能块被复制）。

上述情况（主存储器空间的扩展，装载存储器空间的扩展）执行步骤见下面章节。

注意

如果用户已经改动了热备 CPU 上装载存储器的类型或者是热备 CPU 上的操作系统，则热备 CPU 不会切换到 RUN 模式，而是退回到 STOP 模式，并产生一个相对应的诊断缓冲区输入。

如果用户既没有扩大热备 CPU 上主存储器的空间，也没有扩大它的装载存储器空间，则热备 CPU 不会切换到 RUN 模式，而是退回到 STOP 模式，并产生一个相对应的诊断缓冲区输入。

主/热备 CPU 不能进行切换，原主 CPU 将继续保持 RUN 模式。

6.2.2 更新步骤

更新过程中会发生什么？

在更新过程中会抑制部分通讯功能和 OBs 功能的执行。同样，所有的动态数据（数据块、定时器、计数器和存储器标识符）被传送到热备 CPU 上。

更新步骤如下：

1. 对所有的依靠 I/O 模板进行数据记录的异步 SFC（SFC 13，51，55 到 59）给予“否定”应答，直到更新工作结束：
   - 当前工作返回 BUSY=TRUE。当更新工作完全完成后才被全部执行。
   - 更新阶段产生的中断工作将返回数值 W#16#80C3（SFC 13，55 到 59）或 W#16#8085（SFC 51）。一旦完成更新工作，根据这些返回值，利用用户程序重复执行被中断的工作。
   - 拒绝用户在更新阶段想起动的工作，并返回数值 W#16#80C3（SFC 13，55 至 59）或 W#16#8085（SFC 51）。一旦完成更新工作，利用用户程序重新执行被拒绝的工作。
2. 直到完成更新工作（见后面的介绍）后，才执行通知功能。
3. 延迟执行 OB1 以及所有的优先级别小于或等于 15 的 OB 块功能。
   利用监视器中断，禁止产生新的 OB 请求，以避免存储新的监视器中断，也就不会产生新的请求错误。
   更新工作结束之后，产生一个最大的请求任务，并且处理监视器每一个中断 OB，不能计算出经过一段延迟后产生的监视器中断的时间标记。
4. 传送自链接开始后已经修正的所有数据块的内容。
5. 对于其它模板的（例如 I/O 设备），从 CPU 自身派生出的通讯任务给予“否定”应答。（见后面的介绍）
6. 最初调用的通讯功能（换句话说，调用导致工作存储器操作，请参考 *S7-300/400 系统和标准功能软件手册*）接到否定应答。然后，延迟所有现存的通讯功能，待到更新工作完成后再全面执行。
7. 禁止产生对所有 OB 块的新的 OB 请求（换句话说，即对于那些优先级别＞15 的 OB 块）。因而，没有新的中断被存储，也不会产生请求错误。
   直到更新工作结束后，中断请求重新排队，并被执行。不能计算出经过一段延迟后产生中断的时间标记。
   不能执行任何用户程序，也不会再有 I/O 更新工作。
8. 如果需要，为带特殊处理功能的监视器中断 OB 生成一个起动事件（如果此 OB 块的优先级别＞15），并且执行此 OB 块功能。

注意

如果必须在一个指定的时间内对模板或程序段进行响应时，具有特殊处理功能的监视器中断 OB 块是它的一个特别重要的特性。对于容错系统此特性尤其重要。有关详细资料在*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》和《S7-300 可编程控制器》以及《安全型信号模板》手册*中提供。

---

9. 传送输出信号以及修正后的整个数据块的内容。传送定时器、计数器内容，以及存储器标识和输入信号。传送诊断缓冲区的内容。
   在数据同步过程中，用于监视器中断，延迟中断和 S7 定时器的时钟脉冲停止工作。这会导致任何在监视器中断和日历钟中断之间的可能已经存在的同步性的丢失。

10. 增加所有限制条件。将执行延迟中断和通讯功能。所有 OB 继续执行。
对被延迟的监视器中断 OB 块，不能保证和以前调用的程序等距离分布。

注意

I/O 设备存储过程中断和诊断中断。如果这样的中断是由远程输入/输出站上的模板设置的，当功能块被解除抑制后，会再次调用它们。如果这样的中断是由中央 I/O 模板设置的，只有不再产生对此功能块的特殊中断请求，解除抑制后，它们才会全部被调用。

如果 PG/ES 请求主/热备 CPU 切换，则新的结果是原热备 CPU 变为主 CPU，原主 CPU 切换到 STOP 模式。或者两个 CPU 都转为 RUN 模式（冗余模式），并且同步执行用户程序。

如果已经执行了主/热备切换工作，更新后的下一个周期，OB1 有它自己的标记符（请参考 S7-300/400 系统软件，系统和标准功能手册）。组态发生变化后的其它特性见第 6.2.3 节。

延迟的通知功能

SFCs，SFBs 和操作系统服务功能列出各种触发信息，由此可以得到在每种情况下的所有的被登录的参量。更新工作开始后，通知单功能延迟一段时间后给出。

- SFC 17“ALARM_SQ”，SFC 18“ALARM_S”，SFC 107“ALARM_DQ”，SFC 108“ALARM_D”
- SFC 52“WR_USMSG”
- SFB 31“NOTIFY_8P”，SFB 33“ALARM”，SFB 34“ALARM_8”，SFB 35“ALARM_8P”，SFB 36“NOTIFY”，SFB 37“AR_SEND”
- 状态
- 系统诊断信息

从此时起，通过 SFC 9“EN_MSG”和 SFC 10“DIS_MSG”进行的阻塞和发布事件指令将得到一个负的返回值，并被拒收。

派生工作的通讯功能

如果一个 CPU 接受下面列出的工作之一，则必然依次产生通讯工作，并把这些信息传送到其它模板。例如，使用这些指令去读或写来自或发送到远程输入/输出站的参量数据记录。在更新工作完成前，上述工作将被拒绝。

- 通过 O&M 功能读/写数据记录
- 通过 SSL 信息读数据记录
- 阻塞和释放信息
- 进行信息登录和取消信息登录
- 确认信息

注意

通过 WinCC 系统记录最后 3 个功能，并且当更新工作完成后自动地重复进行。

6.2.3 切换到已修正配置后的 CPU

如果是从 STEP 7 上利用可选项“切换到已修改配置的 CPU”将触发链接和更新工作，其行为与处理存储器内容是不一样的。

载装载存储器

主 CPU 不会将装载存储器中的内容复制到热备 CPU 上。

工作存储器

从主 CPU 上的主存储器中将下列组件内容传送到热备 CPU。

- 在两个装载存储器中，具有相同接口时间标记以及“Read Only”（只读）和“断开”属性没有设置的所有数据块中的内容。
- 主 CPU 中由 SFC 产生的数据块
  热备 CPU 中由 SFC 产生的 DB 块被复位。
  如果具有相同号码的数据块也包含在热备 CPU 的装载存储器中，链接工作会被中断并输入诊断缓冲区。
- 过程映像、定时器、计数器和存储器标识符。
- 诊断缓冲区
  如果热备 CPU 中的诊断缓冲区的配置小于主 CPU 中的配置，只传送用于热备 CPU 配置的入口号码，大多数当前的输入项将从主 CPU 中选定。

如果内存空间不够，链接工作将被中断，并输入诊断缓冲区。

如果包含 S7 通讯信息的 SFB 实例的数据块被修改，则这个事例将返回第一次调用前的状态。

注意

当切换到修正配置后的 CPU，主 CPU 和热备 CPU 装载存储器的容量大小可能不一样。

6.2.4 块的链接和更新

链接和更新工作是和扫描周期的时间扩展紧密相关的。在扫描周期内有一个时间差，在这段时间内不执行 I/O 更新工作（见第 6.3 节“时间监视”）。如果使用分布式 I/O，并且发生主/热备系统切换，则可以明显地观察到这个时间差。（例如：在运行过程中同时进行组态修正工作）。

小心

在非临界过程状况时只执行链接和更新工作。

可以使用 SFC 90 的“H-CTRL”功能指定链接和更新工作的起始时间。在 S7-300/400 系统软件，系统和标准功能手册中有关于 SFC 的详细介绍。

注意

如果在任何时刻过程允许一个较长的扫描周期时间扩展，则不必要调用 SFC90 的“H-CTRL”功能。

链接和更新过程中不执行 CPU 自检功能，因此，在安全系统情况下，可以确保更新工作不会被推迟很长时间。有关详细资料，见《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》手册。

实时 I/O 过程的举例

一个带 50mm 长凸轮的滑块在一个轴上以固定的速率运行。运行速度 V=10km/h=2.78m/s=2.78mm/ms。轴上有一个按钮。因此，在△t=18ms 的时间差中按钮被这个凸轮激活。

为了使按钮的激活被 CPU 识别，优先权＞15 的 OB 块的阻塞时间（见下面的定义）必须小于 18ms。

由于可以使用 STEP 7 设置优先权＞15 的 OB 块的最大阻塞时间，即 0ms 或 100～60000ms 之间的数值，用户需要采用下列措施之一对这种情况进行纠正。

- 把起动链接和更新工作的时间移到过程状态处在非临界状况的时侯，可以使用 SFC 90“H-CTRL”做到这一点（见前面所述）。
- 使用一个足够长的凸轮或明显减少滑块到达按钮前的速度，也可以做到这一点。

6.3 时间监视

更新期间，在一个特定的阶段内，程序扫描被停止，

6.3 节将介绍如果这个阶段正处在生产过程的关键时期时与用户相关的内容。如果事实就是如此，可以组态一个或多个监控时间，如下所述。

更新期间，容错系统会监视检查是否扫描周期扩展，通讯延时以及用于优先权＞15 的 OB 块的阻塞时间超出了配置的最大值；同时，也确保配置的最小 I/O 保持时间。

注意

如果用户没有为任何的监视时间设定一个数值，则必须把更新时间计入到循环监视时间中。在此种情况下，如果更新工作被中断，容错系统将切换到单一模式。此时原主 CPU 保持 RUN 模式，热备 CPU 将转为 STOP 模式。

你可以对所有监视时间进行组态，也可以不进行组态。

在配置监视时间时，应考虑到相关的技术要求。

下面是有关监视时间的详细说明。

- 最大扫描周期时间扩展
  - 扫描周期时间扩展：在一个时间内不执行 OB1 块功能（也不执行其它的优先级别＞15 的 OB 块功能）。在这个时间差内，“正常”循环时间监视是无效的。
  - 最大扫描周期时间扩展是指用户配置的最大允许的扫描周期时间。
- 最大通讯延迟
  - 通讯延迟：在更新期间的时间差额段内不执行通讯功能（注意：主 CPU 现存的通讯链接工作继续保留）。
  - 最大通讯延迟：指用户配置的最大允许的通讯延迟。

- 优先级别＞15 的功能块的最大阻塞时间
  - 优先级别＞15 的功能块的阻塞时间：更新期间的时间差额段内不执行 OB 功能块，（因此不执行用户程序），也不执行 I/O 更新工作。
  - 优先级别＞15 的功能块的最大阻塞时间：指用户为优先级别＞15 的功能块配置的最大允许的阻塞时间。
- 最小 I/O 保持时间
  这段时间是指将主 CPU 的各种输出复制到热备 CPU 的时间加上传送到冗余系统模式或主/热备 CPU 切换所占用的时间（原主 CPU 切换到 STOP 模式所用的时间加上新主 CPU 切换到 RUN 模式所用的时间）。在这段时间内，两个 CPU 的输出都被激活，这使得即使在主/热备 CPU 切换时，I/O 信号也不会出现倾斜现象。
  最小 I/O 保持时间在主/热备 CPU 切换时具有特别重要的意义。如果最小 I/O 保持时间设定为 0，当在运行过程中进行系统修改时，可能会造成输出下降。

图 6-2 给出了监视计时器的起始时间。每当冗余系统模式产生或者在更新工作结束后不进行主/热备 CPU 切换时（例如：当新产生的主 CPU 切换到 RUN 模式），这种监视时间就结束。

下图给出和更新工作相关的计时时间小结。

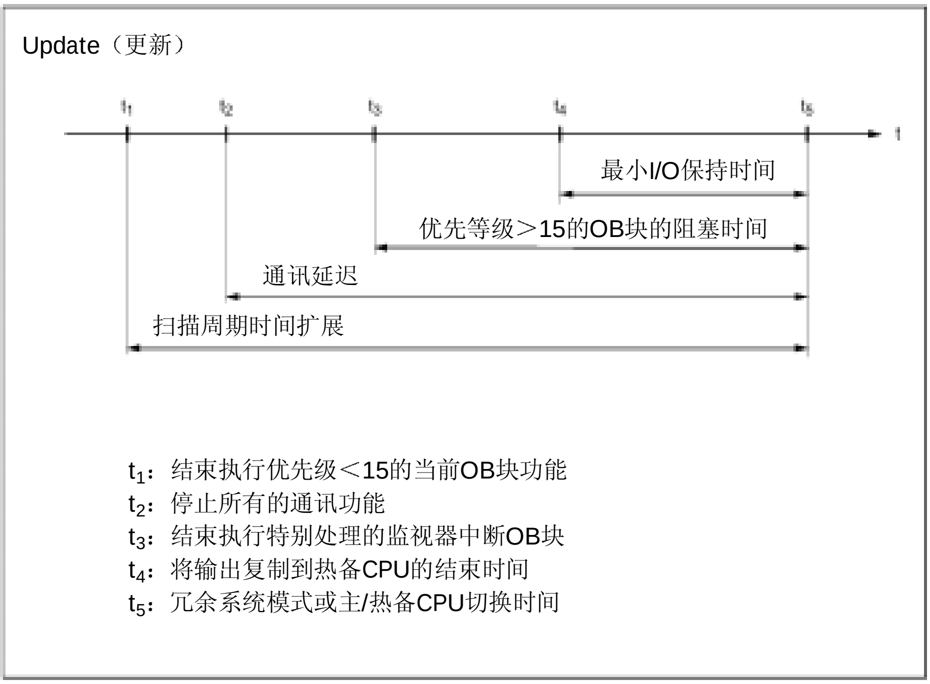


图 6-4 更新期间相关时间的意义

超时反应

如果监视的各种时间的一种超出了组态的最大值，则执行下列过程：

1. 更新工作失败而退出。
2. 安全型系统保持在单一模式，现存的主 CPU 为 RUN 模式。
3. 在诊断缓冲区内写入失败而退出的原因。
4. 调用 OB 72（带有相对应的起动信息）。

随后，热备 CPU 重新处理它的系统数据块。

之后（至少 1 分钟之后），再次进行链接和更新工作。如果 10 次努力都没有成功，就不再进行下去。用户必须从头开始进行链接和更新工作。

监视时间期满的原因可能包括：

- 中断负载量大（例如 I/O 模板）。
- 通讯负载量大，所以执行当前的功能需要更长的时间。
- 更新期间的最后时段，须将大量的数据复制到热备 CPU。

6.3.1 响应时间

链接期间的时间响应

链接期间，对系统中的控制器的影响应尽可能小。因此链接周期随着用户 PLC 当前装入量的增加而增加。链接持续的时间主要取决于：

- 通讯负载量
- 扫描周期时间

下列情况适用于无装入量时的可编程控制器：

链接运行时间=载入量和工作存储器容量（以 Mbit×1s）+基本装入工作所用时间基本装入量所用时间为几秒钟。

如果用户的可编程控制器应用于大量的数据装入，则与存储器相关的分摊时间上升为 1 分钟/MB。

更新期间的时间响应

更新阶段的传送时间取决于修改后的数据块的数量和总体的字长；而不取决于数据块中修改的数据量。它也取决于当时的过程状态以及通讯线路上的负载量。

用一种简化的观点，对于优先级＞15 的 OB 块，其组态的最大阻塞时间可以看成是主存储器内数据量的一个功能。和主存储器内的代码容量没关系。

6.3.2 如何确定监视时间

用 STEP 7 或公式确定监视时间

对于每个新的组态，下述监视时间都可以由 STEP 7 V5.2 或以上自动计算。你也可以使用公式根据如下步骤进行计算。它们和 STEP 中使用的公式相同。

- 最大扫描周期时间扩展
- 最大通讯时间延迟
- 优先级的最大保持时间
- 最小 I/O 保持时间

也可以在 HW Config 中通过对话框 Properties CPU -> Trigger H Parameters，自动计算监视时间。

监视时间的精确度

注意

由 STEP 7 确定的监视时间或用公式确定的监视时间仅仅代表了一个建议的时间。

它们建立在带有两个通讯对等体并且通讯负载处于平均情况下的容错系统基础上。

在这个前提下，由于系统开工文件（system profile）可能会急剧的变化，因此需要注意下列规则。

- 高通讯负载情况下，扫描周期时间会急剧地升高。
- 如果用户在运行过程中改变系统内容，会导致扫描周期时间明显的升高。
- 当执行优先级＞15 的 OB 块的功能时，程序扫描时间越长（特别是对通讯块的处理），通讯延迟的时间越长，并且扫描周期时间的延迟会加大。
- 在高性能要求的小系统中甚至可以砍掉计算的监视时间。

冗余输入和输出模板的使用

注意

如果用户有冗余 I/O 模板，并据此把它考虑到了程序中，在计算监视时间时应加上一个附加量，这样在输出模板上就不会发生浪涌现象。

附加量仅和下表中列出的运行模板的冗余性相关。

表 6-2 冗余 I/O 模板监视时间的附加量

模板类型	以 ms 为单位的附加量
ET200M:标准输出模板	2
ET200M:HART 型输出模板	10
ET200M:安全型输出模板	50
带模拟量输出的 ET 200L-SC 模板	≤80
带模拟量输出模板或技术模板的 ET 200S	≤20

按下列步骤执行：

- 根据列表内容确定时间附加量。如果在冗余模式时使用了几种表中列出的模板，按最大附加量考虑。
- 将时间附加量加到已经确定了的监视时间中。

组态监视时间

组态监视时间时，必须注意下面的相关性，并用 STEP 7 检查它的一致性：

最大扫描周期时间扩展
>最大通讯延迟
>（优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间）
>最小 I/O 保持时间

如果是在主/热备 CPU 切换状态下进行链接和更新工作，为完成监视功能，两个 CPU 采用了不同的数值进行组态，之后，两值中的高值被系统采用。

计算最小 I/O 保持时间（T_{PH}）

下面的内容用在计算最小 I/O 保持时间：

- 带中央 I/O 设备：T_{PH}=30ms
- 分布式 I/O：$T_{PH} = 3 \times T_{Trmax}$

  其中 T_{TRmax} = 容错站所有 DP 主站的最大目标循环时间。

使用集中和分布式 I/O 时，则最小 I/O 保持时间是：
T_{PH} = MAX（30 ms，$3 \times T_{Trmax}$）

图 6-5 给出了在 OB 块优先级＞15 的条件下，最小 I/O 保持时间和最大阻塞时间之间的关系。

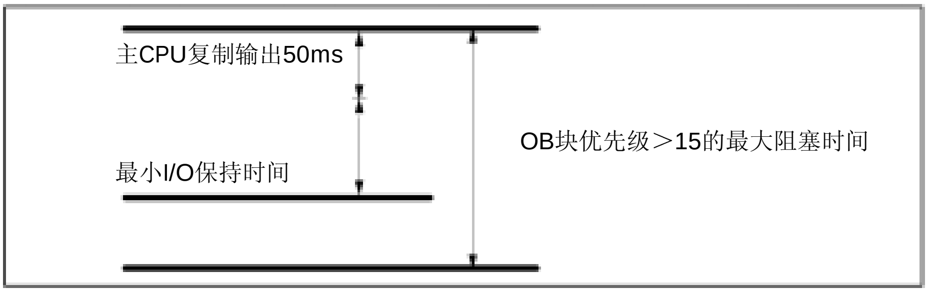


图 6-5 优先级＞15 条件下，最小 I/O 保持时间和最大阻塞时间的关系

注意
50 ms + 最小I/O保持时间 ≤
（优先级＞15的OB块的最大阻塞时间）

结果是，一个较大的最小 I/O 保持时间值决定了最大阻塞时间（优先级＞15 的 OB 块）。

优先级＞15（T_{P15}）条件下的最大阻塞时间的计算

有 4 个因素决定了最大阻塞时间：

- 如图 6-2 所示，更新结束时，根据要传送到热备 CPU 的最后复制的内容，再一次将修改后的各个数据块的全部内容传送到热备 CPU。在高级别优先权数据块中描述的**数据块的数量和结构**决定了这个过程的持续时间和最大阻塞时间。下面详细说明进行纠正的办法。
- 更新的最后阶段，所有 OBs 块的执行都被延迟或阻塞。为了避免因不适宜的编程而造成最大阻塞时间被不必要的扩大，在**所选的监视器中断功能**中修改实时 I/O 组件。对于安全系统下的用户程序，这一点特别重要。可以在组态时规定此监视器中断，并将其优先级设置为＞15，在优先级＞15 的最大阻塞时间开始后，执行该监视器中断。
- 当主/热备 CPU 在切换模式下进行链接和更新时（见第 6.2.1 节），更新结束后，切换式 DP 从站的活动通讯通道必须切换过来。在这段扩展的时间内，不读取和输出有效数值。**用户的硬件配置**决定了这个过程的持续时间。
- 就 I/O 更新工作能延迟多长时间而言，**过程相关情况**给出了各种要求。在安全型系统的时间监视过程中，这一点尤其重要。

注意

使用安全型模板时的其它注意事项在以下手册中有说明：*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》和《S7-300 可编程控制器》以及《安全型信号模板》手册*。此手册特别适用于安全型模板中内部模板的运行时间的参考。

1. 用 STEP 7 中的总线参数为每个 DP 主站规定
   - 用于 DP 主站的 T_{TR}
   - DP 切换时间（参见下面的 T_{DP-UM}）
2. 用 DP 从站的技术数据为每个 DP 主站规定
   - 用于运行通讯通道的最大切换时间（参见下面的 $T_{SLAVE-UM}$）
3. 利用技术规格参数为用户系统规定
   - 没被更新的 I/O 模板的最大允许时间周期（参见下面的 T_{PTO}）
4. 利用用户程序规定
   - 最高优先级或所选优先级监视器中断的扫描时间（T_{WA}）（见前面所述）
   - 在此监视器中断（T_{PROG}）期间，用户程序的运行时间
5. 每个 DP 主站产生
   T_{P15}（DP 主站系统）$=T_{PTO}-(2\times T_{TR}+T_{WA}+T_{PROG}+T_{DP_UM}+T_{SLAVE_UM})$ [1]

注意

如果 T_{P15}（DP 主站）＜0，到此计算就会被停止，并进行下列的计算之后，列出可能的纠正方法。进行适当的修改，从第 1 步开始再来 1 次。

6. 在所有 T_{P15}（DP 主站）值中取最小值。这就是 T_{P15-HW} 时间。
7. 在 I/O 级别＞15，确定由最小 I/O 保持时间（T_{P15-OD}）决定的最大阻塞时间的份额。
   T_{P15_OD}=50ms+最小 I/O 保持时间 [2]

注意

如果 $T_{P15_OD}>T_{P15_HW}$，计算就会在此被停止，并进行下列的计算之后，列出可能的纠正方法。进行适当的修改，从第 1 步开始再来 1 次。

8. 根据第 6.3.4 节内容确定由用户程序（$T_{P15-AWP}$）决定的优先级＞15 的最大阻塞时间的份额。

注意

如果 $T_{P15-AWP}>T_{P15-HW}$，计算就会在此被停止，并进行下列的计算之后，列出可能的纠正方法。进行适当的修改，从第 1 步开始再来 1 次。

9. 优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间的建议值来源于：
   T P15 = MAX （T P15_AWP，T P15_OD ）

T_{P15} 计算举例

下面为一个给定配置的系统确定更新阶段允许的最大时间周期。在此期间操作系统不执行程序扫描和 I/O 更新工作。

有两个 DP 主站：DP 主站-1 通过 CPU 的 MPI/DP 接口连接到 CPU 上；DP 主站-2 通过外部 DP 主接口模板连接到 CPU 上。

1. 根据 STEP 7 的总线参数：
   T_{TR_1} = 25 ms
   T_{TR_2} = 30 ms
   $T_{DP_UM_1}$ = 100 ms
   $T_{DP_UM_2}$ = 80 ms
2. 根据 DP 热备系统使用的技术数据：
   $T_{SLAVE_UM_1}$ = 30 ms
   $T_{SLAVE_UM_2}$ = 50 ms
3. 根据用户系统的技术规范：
   T_{PTO_1} = 1250 ms
   T_{PTO_2} = 1200 ms
4. 根据用户程序：
   T_{WA} = 300 ms
   T_{PROG} = 50 ms
5. 根据公式[1]：
   T_{P15}（DP 主站-1）
   = 1250 ms - （2 × 25 ms + 300 ms + 50 ms + 100 ms + 30 ms） = 720 ms
   T_{P15}（DP 主站-2）
   = 1200 ms - （2 × 30 ms + 300 ms + 50 ms + 80 ms + 50 ms） = 660 ms
   检查：如果 T_{P15}＞0，继续进行
6. 根据 T_{P15_HW}=MIN（720ms，660ms）=660ms
7. 根据公式[2]：
   T_{P15_OD}=50ms+TPH=50ms+90ms=140ms
   检查：如果 T_{P15-OD}=140ms＜T_{P15-HW}=660ms，继续
8. 根据第 6.3.4 节内容，当用户程序数据量为 170KB 时：
   T_{P15_AWP} = 194 ms
   检查：如果 T_{P15_AWP}=194ms＜T_{P15_HW}=660ms，继续进行
9. 至此，公式[3]提供了优先权＞15 的 OB 块的最大阻塞时间建议值：
   T_{P15} = MAX （194 ms，140 ms）
   T_{P15} = 194 ms

在 STEP 7 中为优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间写入 194ms 时，可以确保更新期间，对于一个持续 1250ms 或 1200ms 的信号，信号的每一个变化都可以被识别。

如果不可能计算 T_{P15} 时的纠正办法

对优先级＞15 的 OB 块，如果没有提供最大阻塞时间的建议值，可以采用各种不同的纠正措施。

- 减少组态了的中断监视器的中断周期时间
- T_{TR} 值特别高时，将 DP 从站分摊到几个 DP 主站中。
- 增加 DP 主站上的传输速率
- 在单独的 DP 主站系统中组态 DP/PA 链路和 Y 链路。

- 如果各 DP 从站具有非常不同的切换时间，而导致（总体上讲）T_{PTO} 的很大变化，则将这些 DP 从站分摊到几个 DP 主站系统中。
- 如果是由于中断或单个 DP 主站中的参数赋值而引起的少量负载，用户可以将 T_{TR} 时间减少约 20%～30%。这样做会增加分布式 I/O 站发生故障的机会。
- 时间 $T_{P15\text{-}AWP}$ 表示的是一个指导性的值，它主要取决于用户程序结构。采用以下措施可以降低该数值：
  - 例如，可以通过不同的 OB 块中经常修改的数值去置换那些不经常修改的数据来减小 $T_{P15\text{-}AWP}$ 值。
  - 为数据块指定较小数量的工作存储器。

不通过规定的方法减小 $T_{P15\text{-}AWP}$ 值，会增加由于监视时间超时而退出更新的危险。

最大通讯延迟的计算

建议采用下面的公式：

最大通讯时间延迟 =

4 ×（优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间）

通讯延迟的最终时间值是由过程状态和系统上的通讯负载量的多少来决定的。要考虑到两种情况，即绝对负载量以及和用户程序大小相关的负载量。如果需要，用户可以修正这个时间值。

最大扫描周期时间扩展的计算

建议采用下面的公式：

最大通信时间延迟 =

10 ×（优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间）

通讯延迟的最终时间值是由过程状态和系统上的通讯负载量的多少来决定的。要考虑到两种情况，即绝对负载量以及和用户程序大小相关的负载量。如果需要，用户可以修正这个时间值。

6.3.3 时间响应的影响因素

无 I/O 更新工作时间段的大小主要受下列因素影响：

- 更新阶段修正后的数据块的大小和数量
- S7 通讯信息内的 SFB 实例的数量以及生成相关数据块信息的 SFB 情况。
- 运行过程中系统的修改
- 通过动态容积框架进行设置
- 分布式 I/O 的扩展（在减小传输速率并且增加 DP 从站数量而导致 I/O 更新时间增加的情况下）

只要有一点有利的情况，利用下列数据就会扩展这段时间。

- 使用的最大监视器中断周期
- 所有的监视器中断 OB 块的持续时间
- 直到中断延迟为止的高级别中断 OB 块运行的持续时间

更新工作的故意延迟

用 SFC90“H-CTRL”功能延迟更新。在通讯或中断负载减少后，将其释放。

小心

延迟更新工作会增加容错系统处在单一模式的时间。

6.3.4 链接和更新工作的性能参数

用户程序分摊优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间 T_{P15_AWP} 数值。

根据下面的公式计算用户程序分摊优先级＞15 的 OB 块的最大阻塞时间 $T_{P15\text{-}AWP}$。

$T_{P15\text{-}AWP}$（ms）= 0.7X 工作存储器中 DB 的容量（KB）+75

下表根据主存储器中数据的典型数值给出计算结果。

表 6-3 优先级＞15 条件下，用户程序分摊的最大阻塞时间 $T_{P15\text{-}AWP}$ 的典型数值

主存储器数据	$T_{P15\text{-}AWP}$
500KB	430 ms
1MB	800 ms
2MB	1.51s

表 6-3 优先级＞15 条件下，用户程序分摊的最大阻塞时间 $T_{P15\text{-}AWP}$ 的典型数值

主存储器数据	T_{P15_AWP}
5MB	3.66s
10MB	7.24s

使用此公式时做了如下的假定：

- 80%的数据块在延迟中断（指优先级＞1.5 的 OB 块）之前是经过修改的。
  对于安全型系统，特别是为了避免驱动块产生一个时间溢出，要求更加准确的计算此值（见第 6.3.2 节）。
- 通讯功能当前处于运行或暂时停止状态时，由数据块指定的工作存储器每兆字节允许的更新时间大约为 100ms。

根据可编程控制器的通讯负载量，用户必须增加或减小 $T_{P15\text{-}AWP}$ 设定值。

6.4 链接（Link-up）和更新（Update）过程中的特殊性

更新阶段对输入信号的要求

更新阶段，保留以前读入的各过程信号，并且不会被更新。在此阶段，如果修正后的信号状态在更新结束时继续保留的话，只有通过 CPU，这个过程信号的修正才被承认。

更新过程中出现的脉冲（“0 → 1 → 0”或“1 → 0 → 1”信号变化）将不能被 CPU 识别。

因此，要确保信号在两个变化之间的时间（脉冲持续时间）要永远大于更新所要求的时间。

通讯链接和功能

和早期固件版本相比，到主 CPU 的链接工作不再会被中断。然而，在更新阶段不执行相关的通讯任务。通讯任务被存储，直到发生下面的情况时才被调用。

- 完成更新任务。系统处在容错模式
- 完成更新和主/热备系统切换工作，系统处在单一模式。
- 更新工作失败后退出（例如，由于时间溢出），系统返回单一模式。

更新期间，不能进行各通讯块的初始调用。

链接失败而退出后的复位指令

当装载存储器的内容从主 CPU 复制到热备 CPU 时发生链接失败而退出的情况，则给热备 CPU 一个复位指令。它是由诊断缓冲区中带有事件标识码 W#16#6523 的输入给出信号。

7 使用 S7-400H 上的 I/O

本章概述了 S7-400H 可编程序逻辑控制器上不同的 I/O 配置及其可用性。并且为所选 I/O 设备提供了配置和编程信息。

事实上，SIMATIC S7 系统范围内的任何输入/输出设备都可以用在 S7-400H 上。该特点适用于 S7-400 标准系统的输入/输出模板和 PROFIBUS-DP 部件。有关在 S7-400H 上使用的各功能模板（FM）和各通讯处理器（CP）资料可参阅附录 E。

7.1 引言

I/O 配置类型

除了总是进行冗余设置的电源和中央处理单元之外，操作系统支持以下的 I/O 配置类型。

I/O Type	组态	可用性
数字量输入	单向单通道 切换式单通道 冗余双通道	正常 增强 高
数字量输出	单向单通道 切换式单通道 冗余双通道	正常 增强 高
模拟量输入	单向单通道 切换式单通道 冗余双通道	正常 增强 高
模拟量输出	单向单通道 切换式单通道	正常 增强

用户级双通道冗余配置与此相似。但是必须在用户程序中实现其高度的可用性（参考第 7.4 节）。

寻址

不论您正在使用的是单通道，单向还是切换式 I/O，都要为 I/O 定义相同的地址。

I/O 配置的限制

如果中央控制器上没有足够的插槽，则最多可在 S7-400H 的配置上加入 20 个扩展单元。

只能为中心控制器 0 的安装机架赋偶数值，反之为中心控制器 1 的安装机架赋奇数值。

为使用分布式 I/O，最多可在每个子系统中连接 12 个 DP 主站（2 个 DP 主站连接到 CPU 的集成接口，另外 10 个成为外部 DP 主站）。

可以在集成的 MPI/DP 接口上操作多达 32 个从装置。最多可将 125 个分布式 I/O 设备连接到 DP 主接口和外部 DP 主站。

7.2 使用单通道，单向 I/O

什么是单通道，单向 I/O？

采用单通道、单向输入/输出模板（单通道）。此输入/输出模板只位于一个子系统中，并且只能被此子系统读取。

单通道，单向 I/O 配置可以出现在：

- 中央处理器和扩展单元
- 分布式 I/Os

单通道，单向 I/O 配置推荐用于满足正常可用性的单个输入/输出通道。

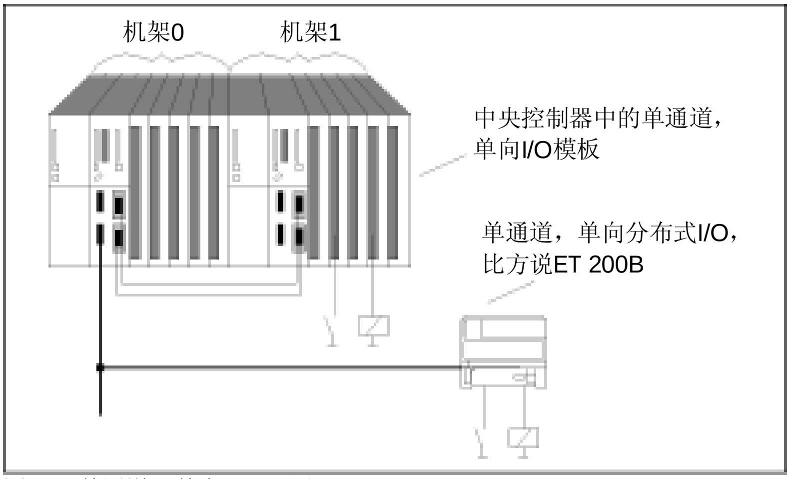


图 7-1 单通道，单向 I/O 配置

单通道，单向 I/O 和用户程序

一侧的读入信息（例如，来自数字量输入）通过冗余系统模式的同步连接自动传输到第二个子系统。

信息传出后，两个子系统都从单通道，单向 I/O 获得数据，并在两个相同的用户程序中进行计算。因此，就冗余系统模式中的信息处理而论，I/O 是连接到主 CPU 还是热备 CPU 并无多大关系。

在单一模式中，分配给协同操作的子系统的单向 I/O 不可访问。在编程时必须对此要予以考虑：用户必须将功能分配给有条件地执行的单通道，单向 I/O。因此，必须确定某些用于 I/O 存取的功能只有在冗余系统模式和与子系统有关的单一模式下被触发。

注意

在单一模式中用户程序必须为单通道，单向输出模板更新过程映象（例如，直接存取）。如果使用子过程映象，用户程序必须在 OB 72 中（冗余返回）更新相应子过程映象（SFC 27“UPDAT_PO”）。如果不这样做，则在转换到冗余系统模式后，旧的值会被读出到热备 CPU 的单通道，单向输出模板中去。

单通道，单向 I/O 的故障

当带有单通道，单向 I/O 的 S7-400H 出现故障时，其情形与标准 S7-400 系统相同，换句话说：

- 当 I/O 出现故障，则出故障的 I/O 不能继续使用。
- 当子系统出现故障，该子系统的整个过程 I/O 不再可用。

7.3 使用单通道，切换式 I/O

什么是单通道，切换式 I/O？

带有单通道，切换式配置的单输入/输出模板即为单通道，切换式 I/O。

在冗余模式下，两个子系统都可以对其进行访问。

在单一模式下，主子系统可以访问所有切换式 I/O（与单向 I/O 相反）。

单通道、切换式 I/O 配置可以在 ET 200M 分布式 I/O 设备上实现，该设备有一个有源板总线和一个冗余 PROFIBUS-DP 从站接口模板 IM 153-2 或 IM 153-2FO（允许版本 7 或更高版本的 IM 153-2：6ES7 153-2AA02-0XB0，允许版本 6 或更高版本的 IM 153-2FO：6ES7 153-2AB01-0XB0）。每个 S7-400H 子系统与 ET 200M 两个 DP 从接口中的一个相连（通过 DP 主接口）。

PROFIBUS PA 可以使用 DP/PA 链路连接到冗余系统（允许 IM 157：6ES7 157-0AA82-0XA0）。

任何单通道 DP 主站系统都可使用一个 Y 耦合器连接到冗余系统。以下 IM 157 和 Y 耦合器的组合是允许的：

IM 157	Y 耦合器
6ES7 157-0AA82-0XA0	6ES7 197-1LB00 0XA0

单通道、切换式 I/O 推荐用于 ET 200M 内对单个模块故障进行容错的设备。

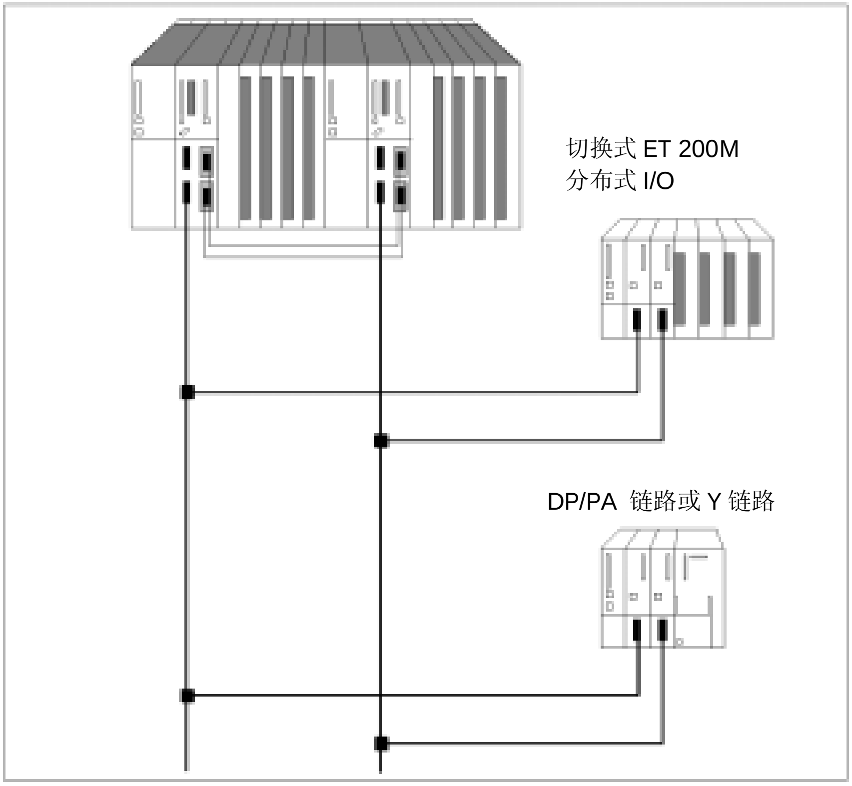


图 7-2 单通道，切换式 ET 200M 分布式 I/O

规则

当使用单通道，切换式 I/O，配置必须是对称的，换句话说：

- 容错 CPU 和其它 DP 主站必须被置于两个子系统的相同插槽（例如，每个子系统的插槽 4）或者
- DP 主站必须连接于两个子系统的相同集成接口（例如，两个容错 CPU 的 PROFIBUS-DP 接口）。

单通道，切换式 I/O 和用户程序

在冗余模式下，原则上每个子系统都可以访问单通道切换式 I/O。信息通过同步链接自动传输并进行比较。在同步存取的过程中，相同值对两个子系统都可用。

S7-400H 在任何给定时间内只使用一个接口。激活的接口由相应 IM 153-2 或 IM 157 上的 ACT LED 指示。

通过当前活动接口（IM 153-2 或 IM 157）的路径用**“活动通道”**来描述，通过其它接口的路径用**“无源通道”**来描述。DP 循环的运行要通过这两种通道进行。然而，只有活动通道的输入和输出值在用户程序中进行处理或者输出到 I/O。这同样适用于如中断处理和数据记录交换的异步行为。

单通道，切换式 I/O 的故障

当带有单通道，切换式 I/O 的 S7-400H 出现故障时，其情形如下：

- 当 I/O 出现故障，则出故障的 I/O 不能继续使用。
- 在某些故障条件下，例如子系统故障，对于过程来讲，DP 主站或 DP 从 IM 153-2 或 IM 157 接口模板（参见第 8 章），单通道切换式 I/O 仍然可用。
  这归功于活动通道和从通道之间的切换。切换是对每个 DP 站单独进行的。出现故障时需要区分：
  - 故障只影响一个站（当前活动通道的 DP 从接口模板出现故障）
  - 故障影响 DP 主站的所有站。
    包括未取出 DP 主接口模板，DP 主站停机（例如 CP 443-5 上的 RUN-STOP 过渡）和 DP 主站的电缆内隐患造成的短路。

以下内容适用于受故障影响的每个站：如果两个 DP 从接口模板正常而活动通道出现故障，则先前的从通道自动成为活动通道。冗余丢失信息通过调用 OB 70（事件 W#16#73A3）报告给用户程序。

一旦故障排除冗余恢复，则再次调用 OB70（事件 W#16#72A3）。在这种情况下，活动通道和从通道不进行切换。

如果一个通道已经出现故障而剩下的（活动）通道也不工作，则整个站出现故障。这将导致 OB 86 的调用（事件 W#16#39C4）。

注意

如果 DP 主接口模板能够检测到整个 DP 主站的故障（例如，在短路情况下），则报告该事件（“主站出现故障”W#16#39C3）。操作系统不再分别报告每个站的故障信息。这就加速了活动通道和从通道的切换过程。

活动通道切换的周期

最大切换时间为

DP 错误检测时间 + DP 切换时间 + DP 从接口模板切换时间

可在 STEP 7 中在 DP 主站的总线参数中确定前两个被加数。可以在相关的 DP 从接口模板手册（分布式 I/O ET 200M 和 DP/PA 总线连接）中限定最后一个被加值。

注意

如果使用的是 F 模板，必须设定每个 F 模板的监视时间大于 H 系统中活动通道的故障时间。否则，当活动通道故障时，F 模板也将故障。

注意

以上计算也包括在 OB 70 或 OB 86 中的处理时间。注意 DP 站的处理时间不能超过 1ms。如果需要更多的扩展处理过程，则将其与 OB 提示的直接处理过程断开。

如果周期超过指定的切换时间，只能由 CPU 对信号变换进行检测。

在 DP 主站切换时，所有 DP 部件的切换时间最长。DP/PA 链路或 Y 链路通常限定传输时间和累加最短信号周期。因此我们推荐您将 DP/PA 和 Y 链接连接到独立的 DP 主站上。

如果使用的是 F 模板，必须设定每个 F 模板的监视时间大于 H 系统中活动通道的故障时间。否则，当活动通道故障时，F 模板也将故障。

在链接和更新工作中的活动通道切换

带有主/热备系统转换（见第 6.2.1 节）的链接和更新工作中，在所有切换式 I/O 站中活动通道和从通道进行切换。此时调用 OB 72。

活动通道切换过程中无脉冲

为防止活动通道和从通道切换过程中 I/O 出现临时性故障或输出替代值，切换式 I/O 的 DP 站保持当前输出值直到切换完成，然后，新的活动站接替处理过程。

为了保证一个 DP 站所发生的所有故障都能被识别，故障过程通过单独的 DP 站和 DP 主站系统监控。

如果最小 I/O 保持时间设定正确（见第 6.3 节），在故障期间不会有中断或数据丢失。如有必要该过程将自动重复进行。

系统配置和设计

应该将带有不同传输时间的切换式 I/O 分成独立的组。这将简化其它问题中监视时间的计算。

7.4 连接冗余 I/O

什么是冗余 I/O

当每两个一组组态并冗余成对运行时，I/O 模板即认为是冗余配置。由于其意味着 CPU 故障和信号模板的故障可以容错，使用冗余 I/O，可以提供高度的可用性。

配置

以下为采用冗余 I/O 的配置。

1. 中央和扩展设备中的冗余信号模板。

信号模板成对安装在 CPU 0 和 CPU 1 子系统中。

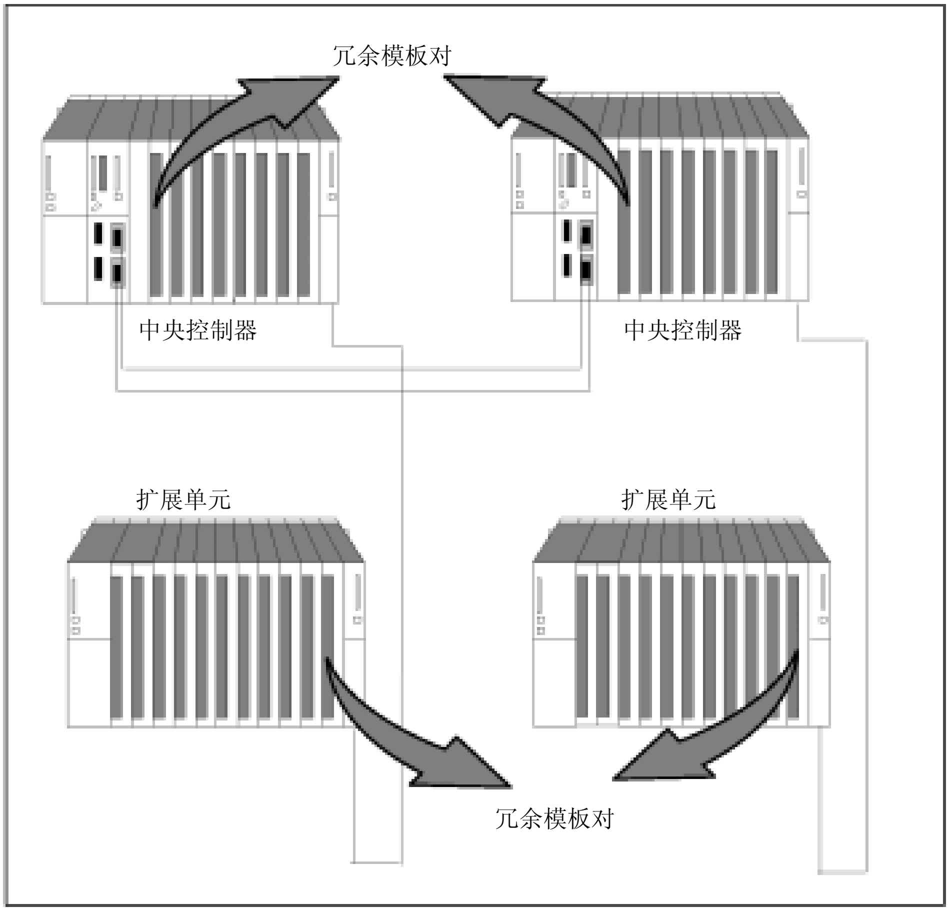


图 7-3 中央和扩展设备中的冗余 I/O

2. 单向 DP 从站中的冗余 I/O
信号模板成对安装在带有有源底板总线的分布式 I/O 设备 ET 200M 中。

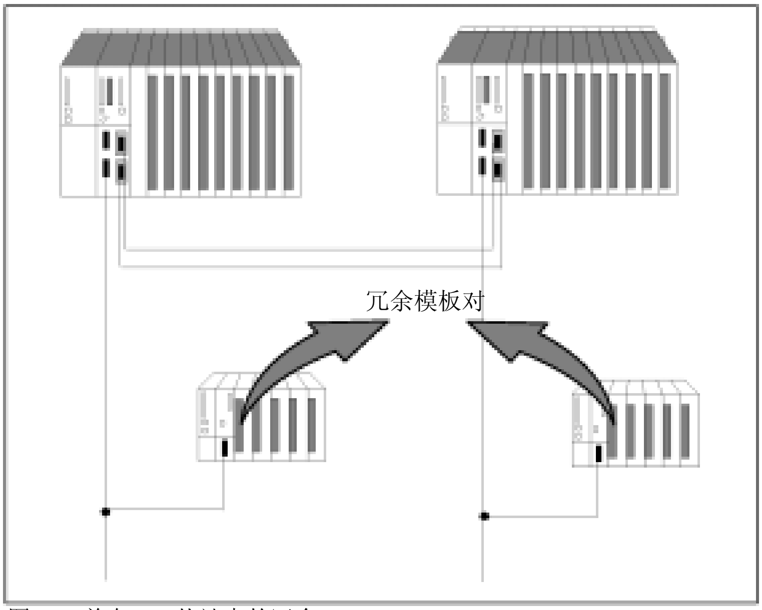


图 7-4 单向 DP 从站中的冗余 I/O

3. 切换式 DP 从站中的冗余 I/O
信号模板成对安装在带有有源底板总线的分布式 I/O 设备 ET 200M 中。

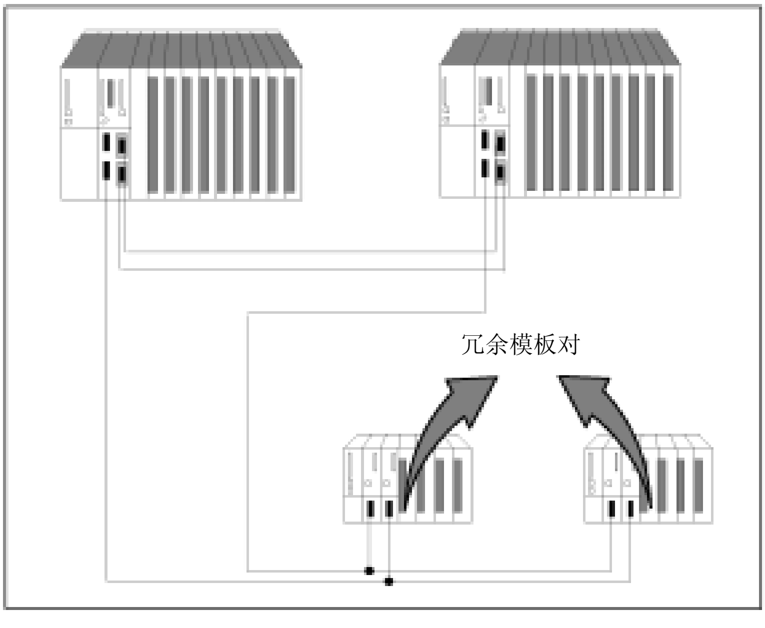


图 7-5 切换式 DP 从站中的冗余 I/O

4. 单一模式 H CPU 中的冗余 I/O

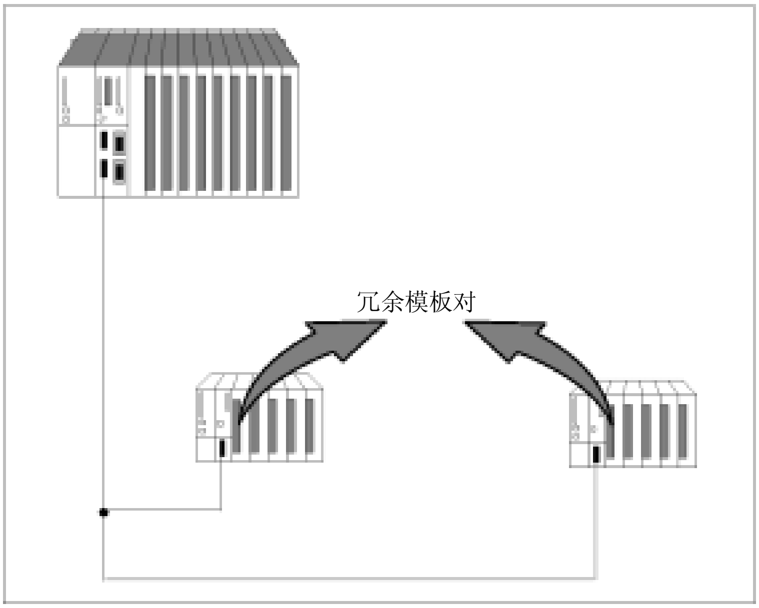


图 7-6 单一模式冗余 I/O

“功能性冗余 I/O”块库

“功能性冗余 I/O”块库，随可选 H 包一起提供，以支持冗余 I/O，包含以下块：

- FC 450“RED_INIT”：初始化功能
- FC 451“RED_DEPA”：触发去活
- FB 450“RED_IN”：读取冗余输入功能块
- FB 451“RED_OUT”：控制冗余输出功能块
- FB 452“RED_DIAG”：冗余 I/O 诊断功能块
- FB 453“RED_STATUS”：冗余状态信息功能块

在安装完 H 选件包之后，块将位于 STEP 7\S7_LIBS\RED_IO 库“Redundant IO（V1）”中。块的功能和使用在相应在线帮助中有说明。

冗余 I/O 的硬件安装和配置

如果要使用冗余 I/O，我们推荐你按以下方法进行：

1. 插入所有想冗余使用的模板。注意以下缺省配置规则。
2. 使用 HW Config 在对象属性中冗余配置每个模板。
3. 查找每个模板的通讯对方或使用缺省设置。
   对于集中配置：将模板插入偶数机架插槽 X 中，冗余模板插在同一插槽下一奇数机架中。
   如果模板插入插槽 X 奇数机架中，建议在前一奇数机架同一插槽中插入模板。
   单向 DP 从站中的分布式配置：如果从站中的模板插入插槽 X 中，DP 主站系统冗余配置，建议同一 DP 子系统中的相同 PROFIBUS 地址用于从站中通讯对方 DP 子系统中的模板。

单一模式切换式 DP 从站中的分布式配置：如果从站中的模板根据一个 DP 地址插入插槽 X 中，建议具有下一 PROFIBUS 地址的从站模板插入插槽 X 中。

4. 输入输入模板的其它冗余参数。

用户程序可以处理的有效数值总是处于两个冗余模板的低位地址。因此，应用只能使用这种低位地址，而高位地址数值与应用无关。

冗余信号模板

下述信号模板可以用作冗余 I/O。请注意有关可用模板的最新信息（readme 文件和 SIMATIC FAQ），网址http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

表 7-1 冗余信号模板

模板	订货号	备注
分布式：双通道冗余 DI		
DI 24xDC 24 V	6ES7 326-1BK00-0AB0	标准运行 F 模板1）
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 326-1RF00-0AB0	标准运行 F 模板1）
DI16xDC 24 V，中断	6ES7 321-7BH00-0AB0	
分布式：双通道冗余 AI		
AI 6x13 位	6ES7 336-1HE00-0AB0	标准运行 F 模板1）
AI8x12 位	6ES7 331-7KF02-0AB0	
分布式：双通道冗余 DO		
DO 10xDC 24 V/2 A	6ES7 326-2BF00-0AB0	标准运行 F 模板
DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7 322-1BL00-0AA0	
分布式：双通道冗余 AO		

1） F 模板还可以由通道信息中的错误报文激活。

注意

对于 F 模板，你需要安装 F Configuration Pack V5.3。F Configuration Pack 可以从网上免费下载。关于客户支持，请浏览网址：http://www.siemens.com/automation/service&support。

使用冗余 I/O 可避免哪些故障?

对于信号模板的冗余配置可靠运行，有三个质量等级：

- 最高质量，使用安全型信号模板（但无 F 功能）
- 中等质量，使用具有诊断功能的信号模板
- 一般质量，使用不具有诊断功能的信号模板

下表列出了可以用作冗余 I/O 的各种信号模板及其避免故障的特性：

表 7-2 冗余信号模板，特性

模板	订货号	特点
分布式：双通道冗余 DI		
DI 24xDC 24 V	6ES7 326-1BK00-0AB0	通过差异分析进行故障检测 通过信号传输监视查找故障 去活故障模板 安全型 可编程诊断 诊断中断
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 326-1RF00-0AB0	通过差异分析进行故障检测 通过信号传输监视查找故障 去活故障模板 安全型 可编程诊断 诊断中断
DI16xDC 24 V，中断	6ES7 321-7BH00-0AB0	通过差异分析进行故障检测 通过信号传输监视查找故障 去活故障模板 可编程诊断 诊断中断 边沿转换时的过程中断 可调输入延迟
分布式：双通道冗余 AI		
AI 6x13 位	6ES7 336-1HE00-0AB0	通过差异分析进行故障检测 通过单元数值的技术数据进行查找故障 去活故障模板 安全型 可编程诊断 诊断中断
AI8x12 位	6ES7 331-7KF02-0AB0	通过差异分析进行故障检测 通过单元数值的技术数据进行查找故障 去活故障模板 可编程诊断 诊断中断，可调 极限值监控，可调 违背极限值过程中断，可调
分布式：双通道冗余 DO		
DO 10xDC 24 V/2 A	6ES7 326-2BF00-0AB0	安全型 可编程诊断 诊断中断
DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7 322-1BL00-0AA0	-

使用数字量输入模板作为冗余 I/O

应设定以下参数，以组态数字量输入模板冗余运行：

- 差异时间（冗余输入信号可以不同的最大允许时间）
  如果在组态的差异时间过后输入数值仍存在差异，说明已发生故障。
- H 系统对输入数值差异的响应

首先，检查成对冗余模板的输入信号是否匹配。如果数值匹配，统一的数值将被写入输入过程映象的低位数据存储区。如果存在差异并且是第一差异，将被标记，并开始差异时间。

在差异时间期间，最近的匹配（非差异）值将被写入低位地址模板的过程映象中。将重复该步骤，直到在差异时间内数值再次匹配或一个位的差异时间已到。

如果在组态的差异时间过后仍存在差异，说明已发生故障。

根据以下策略查找故障页：

1. 在差异时间期间，最近的匹配值作为结果保留。
2. 一旦差异时间到，显示以下出错报文：
   错误代码 7960："Redundant I/O:discrepancy time at digital input expired, error not yet localized"（冗余 I/O：数字量输入差异时间到，还没有查到故障）。在静态出错映象中不能进行钝化和输入。在出现下一信号变换之前，应在差异时间到后进行组态的响应。
3. 如果出现另一个信号变换，发生变换的模板将是正常模板，另一个模板将被钝化。

如果两个成对模板都全部被钝化，在过程映象的钝化存储位置将输入"0"。

注意

系统确定差异实际所需时间取决于几个因素：总线运行时间，用户程序的循环和调用时间，转换时间等。因此，冗余输入信号可能会比差异时间稍长。

使用带有非冗余传感器的数字量输入模板

将带有非冗余传感器的数字量输入模板安装在 1OO2 配置中：

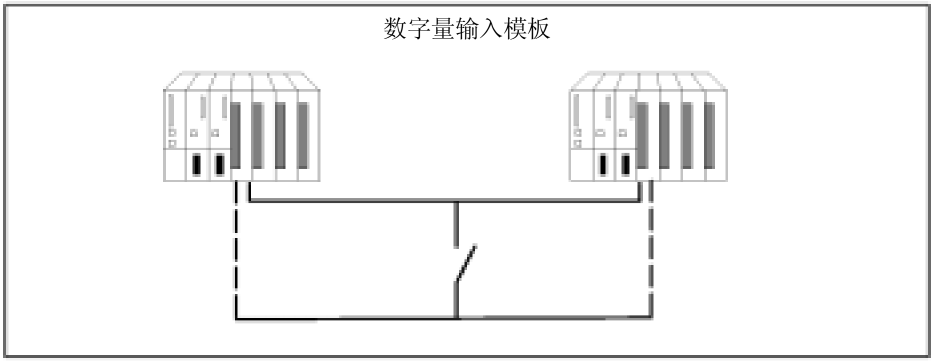


图 7-7 带有一个传感器的 1OO2 配置中的容错数字量输入模板

使用冗余数字量输入模板可增加其可用性。

差异分析可以检测数字量输入模板的“Continuous 1”和“Continuous 0”错误。“Continuous 1（连续 1）”错误是指输入连续为数值“1”，“Continuous 0（连续 0）”错误是指输入连续停用。这可能是由于 L+ 后或 M 后短路造成的。

在将一个传感器连接到几个数字量输入模板时，冗余模板必须具有相同的基准电位。

关于连接举例，请参见附录 F 和网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

注意

接近开关（Bero）必须能承受技术参数中所列单个模板电流的双倍电流。

使用带有冗余传感器的冗余数字量输入模板

将带有冗余传感器的数字量输入模板安装在 1OO2 配置中：

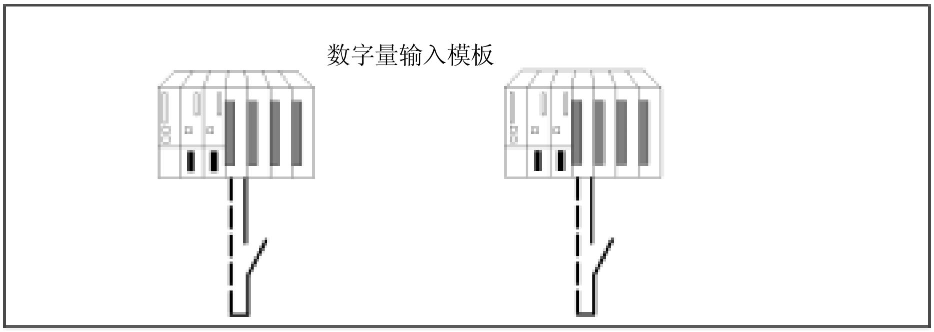


图 7-8 带有 2 个传感器的 1OO2 配置中的容错数字量输入模板

使用冗余传感器可增加其可用性。差异分析可以检测所有错误，除非冗余有载电源故障以外。通过安装冗余有载电源，可以进一步增加可用性。

在将一个传感器连接到几个数字量输入模板时，冗余模板必须具有相同的基准电位。

关于连接举例，请参见附录 F 和网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

冗余传感器 <-> 非冗余传感器

下表列出了可以冗余使用的数字量输入模板，带冗余或非冗余传感器：

表 7-3 数字量输入模板和传感器

模板	冗余传感器	非冗余传感器
6ES7 326-1BK00-0AB0	X	X
6ES7 326-1RF00-0AB0	X	X
6ES7 321-7BH00-0AB0	X	X

冗余数字量输出模板

通过并行连接两个数字量输出模板或安全型数字量输出模板的两个输出（1OO2 配置），可以实现执行器的冗余控制。

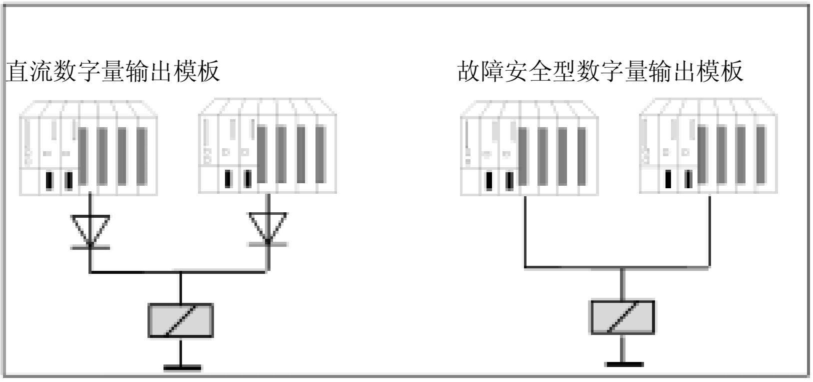


图 7-9 1OO2 配置中的容错数字量输出模板

数字量输出模板必须具有一个公共有载电源。

关于连接举例，请参见附录 F 和网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

通过二极管 <-> 无二极管连接

下表列出了在冗余模式中可以通过二极管连接的数字量输出模板，如图 7-9 所示：

表 7-4 通过/无二极管连接的数字量输出模板

模板	用二极管	不用二极管
6ES7 326-2BF00-0AB0	X	X
6ES7 322-1BL00-0AA0	X	-

使用模拟量输入模板作为冗余 I/O

应设定以下参数，以组态模拟量输入模板冗余运行：

- 容差窗值（组态为测量范围最终数值的百分比）
  如果两个模拟值都在容差窗值内，则它们相同。
- 差异时间（冗余输入信号可以超出容差窗值的最大允许时间）
  在组态的差异时间到后，如果还有输入数值的差异，将出现故障。
  如果将同一传感器连接到两个模拟量输入模板，差异时间的缺省设置通常即已足够。
  如果连接不同的传感器，尤其是连接温度传感器时，必须增加差异时间。
- **适用值**
  适用值是指输入到用户程序中的两个模拟量输入数值中的数值。

系统将检查这两个模拟值是否在组态的容差窗值内。如果在容差窗值内，适用值将被写入输入过程映象的低位数据存储区。如果存在差异并且是第一差异，将被标记，并开始差异时间。

在差异时间期间，最近的有效值将被写入低位地址模板的过程映象中，并应用于当前过程。当差异时间到时，具有组态标准值的模板将被声明有效，其它模板被钝化。如果两个模板中的最大值被组态为标准值，该数值将被用于进一步程序执行，其它模板被钝化。如果设定了最小值，该模板将最小值用于过程，而具有最大值的模板被钝化。不管何时，被钝化的模板都将在诊断缓冲区里进行记录。

如果在差异时间内差异被中止，将继续分析冗余输入信号。

注意

系统确定差异实际所需时间取决于几个因素：总线运行时间，用户程序的循环和调用时间，转换时间等。因此，冗余输入信号可能会比差异时间稍长。

注意

你必须在 HW Config 中去活非切换式输入（参数“测量类型”）。

带有非冗余传感器的冗余模拟量输入模板

将带有非冗余传感器的模拟量输入模板安装在 1OO2 配置中：

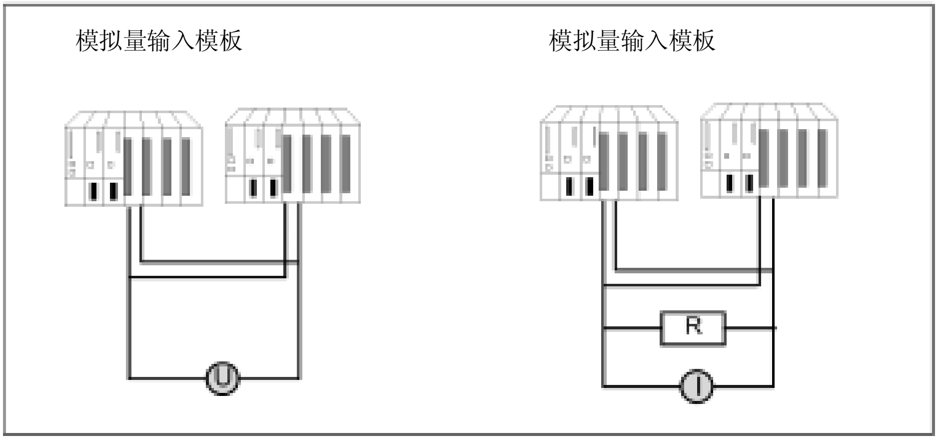


图 7-10 带有一个传感器的 1OO2 配置中的容错模拟量输入模板

在将一个传感器连接到几个模拟量输入模板时，应注意以下事项：

- 将电压传感器并联到模拟量输入模板（左图）。
- 你可以使用外部阻抗将电流转换为电压，以便使用并联的电压模拟量输入模板（右图）。
- 2 线变送器从外部供电，以便能联机修理模板。

使用冗余安全型模拟量输入模板可增加其可用性。

关于连接举例，请参见附录 F 和网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

用于间接电流测量的冗余模拟量输入模板

根据上图，可适用以下模板量输入的互连：

- 相应的检测器类型可以是有源 4 线测量变送器和无源 2 线测量变送器，输出范围 +/-20mA，0...20mA 和 4...20mA。2 线测量变送器通过外部辅助电源供电。
- 电阻和输入电压范围的选择取决于测量精度、数值格式、最大分辨率和可能的诊断准则。

- 除了所列选项以外，其它符合欧姆定律的输入电阻和电压组合也是可以的。但是，应注意数值格式、诊断选项和分辨率将不能选择。类似地，测量误差也主要取决于特定模板的分流电阻。
- 使用误差为 +/- 0.1% 和 TK 15ppm 的测量电阻。

电流对电压的显示只能通过 250Ω 的电阻：

电阻	250 Ω	
电流测量范围	+/-20mA	4...20mA
组态的输入范围	+/-5 V	1...5V
测量范围立方体定位	“B”	
分辨率	12 位 + 符号位	12 位
S7 数值格式	x	
转换传导测量误差1） - 2 点并行输入 - 1 点输入	0.5% 0.25%	
断线诊断	-	x *）
4 线测量变送器负载	250 Ω	
2 线测量变送器输入电压	>6V	

*）断线时，AI 8x12 位输出诊断中断和测量值“7FFF”

带有冗余传感器的冗余模拟量输入模板

对于双冗余传感器，最好使用 1OO2 配置的模拟量输入模板：

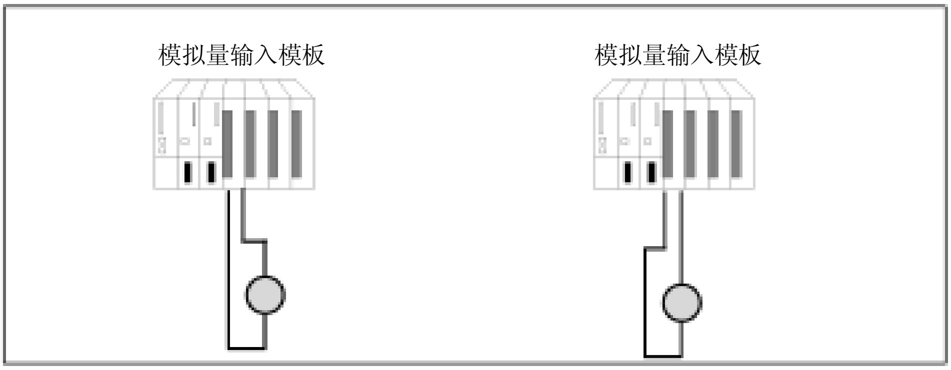


图 7-11　带有 2 个传感器的 1OO2 配置中的容错模拟量输入模板

使用冗余传感器可增加其可用性。

差异分析也可以检测外部错误，除非冗余有载电源故障以外。

关于连接举例，请参见附录 F 和网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

冗余传感器 <->非冗余传感器

下表列出了可以冗余使用的模拟量输入模板，带冗余或非冗余传感器：

表 7-5 模拟量输入模板和传感器

模板	冗余传感器	非冗余传感器
6ES7 336-1HE00-0AB0	X	-
6ES7 331-7KF02-0AB0	X	X

对于 AI8x12 位（6ES7 331-7KF02-0AB0）的冗余传感器，可以采用以下电压设置：

+/- 80 mV （仅对于无断线监控功能）
+/- 250 mV （仅对于无断线监控功能）
+/- 500 mV （没有组态断线监控功能）
+/-1 V （没有组态断线监控功能）
+/-2.5 V （没有组态断线监控功能）
+/-5 V （没有组态断线监控功能）
+/- 10 V （没有组态断线监控功能）
1...5 V （没有组态断线监控功能）

模板的去钝化

钝化的模板可以由以下事件重新激活：

- 容错系统启动时
- 容错系统切换到冗余运行模式时
- 运行过程中系统修改后
- 当至少有一个冗余模板钝化时通过功能 FC 451“RED DEPA”

FC 451 的功能和使用在相应在线帮助中有说明。

当发生这些事件之一时，将在 FB 450“RED IN”中进行去钝化。在所有模板都去钝化后，将在诊断缓冲区中进行输入。

如果在单向集中式设备或单向 DP 从站中使用冗余 I/O，在站故障/恢复或更换故障模板后必须去钝化冗余模板。使用 FC 451，可以触发一个完全去钝化。

注意

如果一个冗余模板分配有一个过程映象分区，但在 CPU 中没有相应的 OB，完全钝化大约需要一分钟。

7.4.1 确定钝化的状态

步骤

首先使用状态字/控制字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”中的状态字节，确定钝化的状态。如果发现一个模板已被钝化，可以在 MODUL_STATUS_WORD 中确定该模板或相应模板对的状态。

使用状态字节确定钝化状态

状态字/控制字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”位于 FB 450“RED_IN”的背景数据块中。状态字节可以提供有关冗余 I/O 的状态信息。

表 7-6 状态字节的赋值

位	含义
状态字节（字节 1）	
0	备用
1	备用
2	0 = 无可用模拟量输出模板 1 = 至少有一个可用模拟量输出模板
3	0 = 没有被 OB 85 钝化 1 = 至少有一个被 OB 85 钝化
4	0 = 没有被 OB 82 钝化 1 = 至少有一个被 OB 82 钝化
5	0 = 没有可用通道信息 1 = 有可用通道信息
6	0 = 没有钝化模板 1 = 至少有一个模板钝化
7	0 = 没有运行完全去钝化 1 = 运行完全去钝化

采用 MODUL_STATUS_WORD 确定模板对的钝化状态

MODUL_STATUS_WORD 位于 FB 453“RED_STATUS”的背景数据块中。有两个状态字节可提供模板对的状态。

MODUL_STATUS_WORD 是 FB 453 的一个输出参数，并可以相应地进行连接。

表 7-7 状态字节的赋值

位	含义
状态字节 1	
0	0 = 由 OB 82 触发的低位模板钝化 1 = 没有由 OB 82 触发的低位模板钝化
1	0 = 由 OB 82 触发的高位模板钝化 1 = 没有由 OB 82 触发的高位模板钝化
2	0 = 上溢或下溢（对于模拟量输入模板） 1 = 没有上溢或下溢
3	0 = 有可用通道信息 1 = 没有可用通道信息
4	0 = 差异时间到（对于输入模板） 1 = 差异时间未到
5	0 = 模板对存在差异（对于输入模板） 1 = 模板对没有差异
6	0 = 低位模板被钝化 1 = 低位模板去钝化
7	0 = 高位模板被钝化 1 = 高位模板去钝化
状态字节 2	
0	备用
1	备用

位	含义
2	0 = OB 85 的输出事件后没有使能低位模板的去钝化 1 = OB 85 的输出事件后使能低位模板的去钝化
3	0 = OB 85 的输出事件后没有使能高位模板的去钝化 1 = OB 85 的输出事件后使能高位模板的去钝化
4	0 = OB 82 的输出事件后没有使能低位模板的去钝化 1 = OB 82 的输出事件后使能低位模板的去钝化
5	0 = OB 82 的输出事件后没有使能高位模板的去钝化 1 = OB 82 的输出事件后使能高位模板的去钝化
6	0 = 由 OB 85 触发的低位模板钝化 1 = 没有由 OB 85 触发的低位模板钝化
7	0 = 由 OB 85 触发的高位模板钝化 1 = 没有由 OB 85 触发的高位模板钝化

7.5 连接冗余 I/O 的其它可能性

用户级冗余 I/O

如果不能使用系统支持的冗余 I/O（第 3.4 节）（可能是由于冗余模板不包含在可用模板的列表中），可以在用户级使用冗余 I/O。

配置

以下为采用冗余 I/O 的配置（图 7-12）：

1. 带有单向集中式和/或分布式 I/O 的冗余系统。
   一个 I/O 模板插入 CPU0 子系统，一个 I/O 模板插入 CPU1 子系统。
2. 带有切换式 I/O 的冗余配置
   两个 I/O 模板插入带有一条有源背板总线的两个 ET 200M 分布式 I/O 设备中。

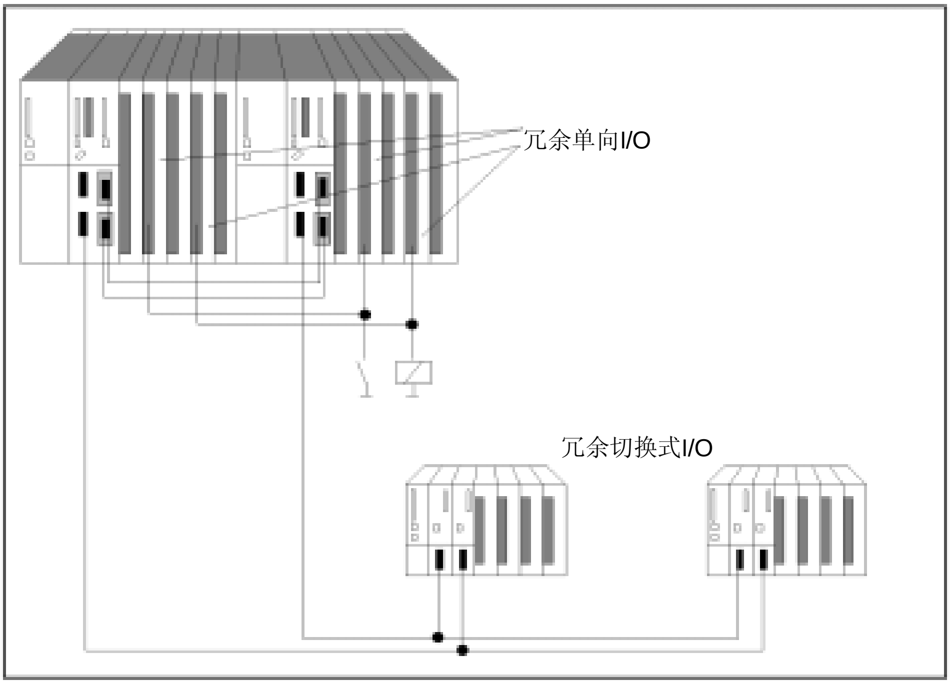


图 7-12 冗余单向和切换式 I/O

注意

如果使用冗余 I/O，额外时间必须计入监视时间，参见第 6.3.2 节。

冗余 I/O 的硬件安装和配置

如果要使用冗余 I/O，我们推荐您按以下方法进行：

1. 按以下模式使用 I/O：
   - 采用单向配置，每个子系统一个 I/O 模板
   - 采用切换式配置，两个 I/O 模板插入两个分布式 ET 200M I/O 设备。
2. 为 I/O 接线使得两个子系统都可对其寻址。
3. 将 I/O 模板设置为不同的逻辑地址。

注意

我们不推荐将输出模板的逻辑地址设置成与输入模板相同；然而，如果这样做了，则除了逻辑地址外还必须在 OB 122 中询问出故障的组的类型（输入或输出）。

在单一模式中用户程序必须为单通道，单向输出模板更新过程映象（例如，直接存取）。如果使用子过程映象，用户程序必须在 OB72 中（冗余返回）更新相应子过程映象（SFC 27 UPDAT-PO）。如果不这样做，则在转换到冗余系统模式后，旧的值会被读出到热备 CPU 的单通道，单向输出模板中去。

用户程序中的冗余 I/O

以下例子程序所示为两个冗余的数字量输入模板的使用情况：

- 机架 0 的模板 A 逻辑基地址为 8
- 机架 1 的模板 B 逻辑基地址为 12

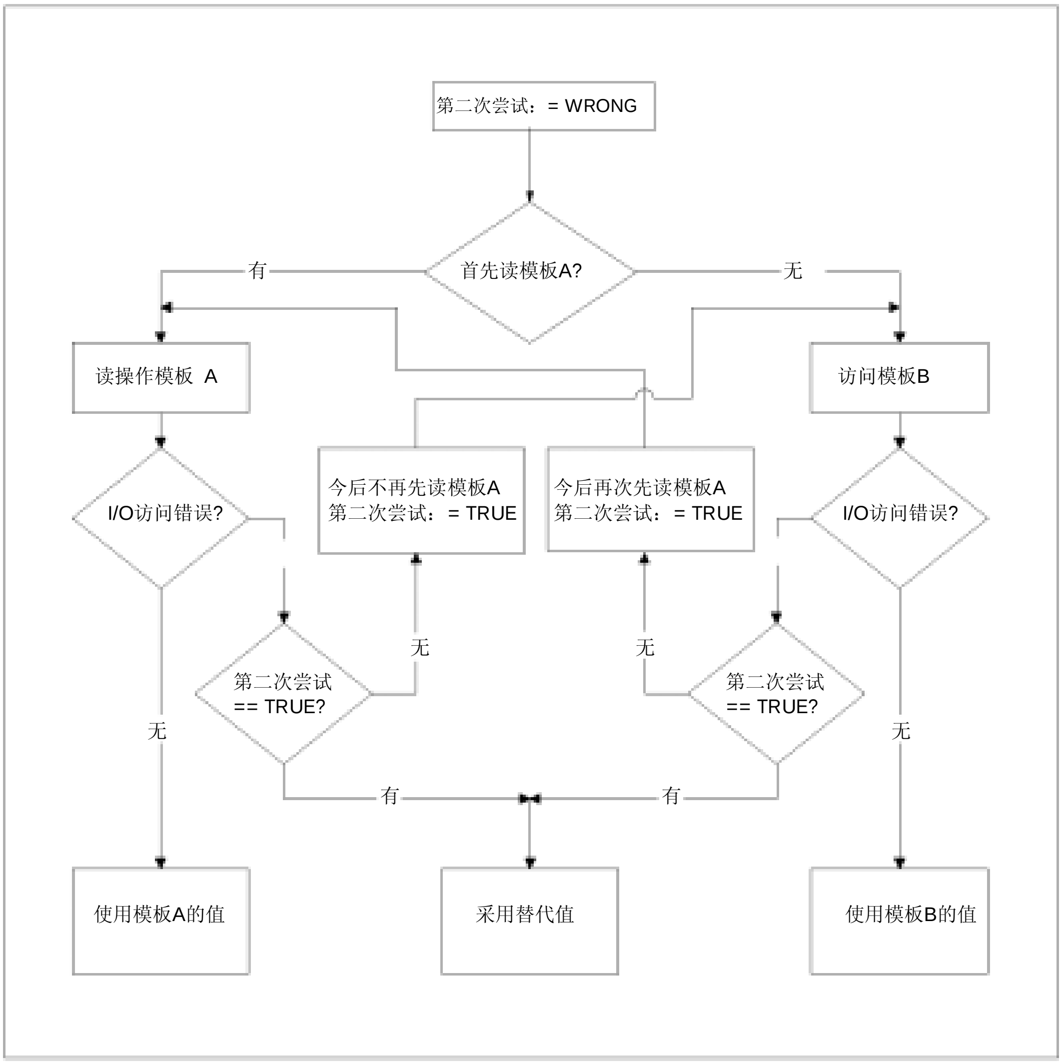
其中一个模板直接读入 OB1。假定它是模板 A（变量 BGA 值为真）。如果不出现错误，数值读操作继续进行。

如果发生 I/O 存取错误，则直接访问模板 B 读取的值（OB1 中的“二次尝试”）。如果不发生错误，模板 B 的数值读入操作继续进行。如果这时再发生同样错误，两个模板当前都失效，则以替代值继续工作。

例子程序基于以下事实，即模板 A 出现访问错误后，模板 B 代替模板 A 在 OB1 中首先被处理。模板 A 不会在 OB1 中再次被首先处理直到模板 B 发生访问错误。

注意

变量 BGA 和 PZF_BIT 在 OB1 和 OB122 之外也必须有效。变量 VERSUCH2 只用于 OB1。



第二次尝试：= WRONG
首先读模板A?
有
无
读操作模板 A
访问模板B
I/O访问错误?
今后不再先读模板A
第二次尝试：= TRUE
今后再次先读模板A
第二次尝试：= TRUE
I/O访问错误?
无
无
第二次尝试
== TRUE?
第二次尝试
== TRUE?
无
无
有
有
使用模板A的值
采用替代值
使用模板B的值

图 7-13　OB1 流程图

STL 实例

用户程序（OB1，OB122）的必要部分罗列如下：

表 7-8 OB 1

STL		说明
	NOP 0;	
	SET;	
	R VERSUCH2;	/ / 初始化
	A BGA;	/ / 先读模板A？
	JCN WBGB:	/ / 若否，继续模板B
WBGA:	SET;	
	R PZF_BIT;	/ / 删除PZF位
	L PED 8;	/ / 读CPU0
	U PZF_BIT;	/ / OB 122中检测到PZF否？
	SPBN PZOK;	/ / 若否，过程访问正常
	U VERSUCH2;	/ / 此次访问是第二次尝试？
	SPB WBG0;	/ / 若是，使用替代值
	SET;	
	R BGA;	/ / 此后不再先读模板A
	S VERSUCH2;	
WBGB:	SET;	
	R PZF_BIT;	/ / 删除PZF位
	L PED 12;	/ / 读CPU 1
	U PZF_BIT;	/ / OB 122中检测到PZF否？
	SPBN PZOK;	/ / 若否，过程访问正常
	U VERSUCH2;	/ / 此次访问是第二次尝试？
	SPB WBG0;	/ / 若是，使用替代值
	SET;	
	S BGA;	/ / 今后再次先读模板A
	S VERSUCH2;	
	JU WBGA;	
WBG0:	L ERSATZ;	/ / 替代值
PZOK:		/ / 使用的值在累加器1中

表 7-9 OB 122

STL		说明
		/ / 模板A引起PZF？
	L OB122_MEM_ADDR;	/ / 逻辑基板地址起作用
	L W#16#8;	
	== I;	//模板 A ？
	SPBN M01;	/ / 若否，接着执行M01
		/ / ÒÀ¾ÝPZF·ÃÎÊÄ£°åA
	SET;	
	= PZF_BIT;	/ / 置PZF位
	SPA CONT;	
		/ / 是否模板B引起PZF
M01:	NOP 0;	
	L OB122_MEM_ADDR;	/ / 逻辑基板地址起作用
	L W#16#C;	
	== I;	// 模板B？
	SPBN CONT;	/ / 若否，接着执行CONT
		/ / 依据PZF访问模板A
	SET;	
	= PZF_BIT;	/ / 置PZF位
CONT:	NOP 0;	

8 通讯功能

本章介绍了容错系统的通讯及其特性。

您可以从中学到基本概念，可用于容错通讯的总线系统以及连接类型。

还可以学到如何通过容错连接和标准连接进行通讯，以及如何对其进行配置和编程。

- 可以找到通过**容错的 S7 连接**进行通讯的实例并学到它们的优点。
- 通过比较，可以学到如何在 S7 **连接**上进行通讯以及如何在 S7 连接的冗余模式下进行通讯。

8.1 原理和基本概念

概述

容错控制器可做为控制器使用，与 I/O 一起，即可具有冗余特性。随着对系统可用性要求的不断增长，通讯的容错性变得十分必要，换句话说，通讯也必须进行冗余配置。

以下将阐述在使用容错通讯时应了解的基础知识和基本概念。

冗余通讯系统

通讯系统可用性的增强可以通过介质的冗余，子部件的加倍，或者所有总线部件的加倍来实现。
监视和同步机制确保在一个部件出现故障时，路由操作中的通讯可以利用热备部件继续进行。

冗余通讯系统需要配置容错的 S7 连接。

容错通讯

容错通讯意味着在 S7 通讯中通过容错的 S7 连接使用 SFBs。

容错的 S7 连接只可用于冗余通讯系统。

冗余节点

冗余节点代表两个容错系统间通讯的容错。冗余节点描述了一个多通道部件的系统。冗余节点的独立性使得节点内的部件出现故障时不会引起其它节点可靠性的降低。

连接（S7 连接）

连接是实现一个通讯服务的两个通讯对等体的逻辑分配。每个连接有两个端点，其中包含对通讯对等体寻址需要的信息和建立连接的其它属性。

S7 连接是两个标准 CPU 之间或一个标准 CPU 到一个容错系统 CPU 之间的通讯连接。

容错的 S7 连接至少包含两个单独的连接，与此相反，S7 连接实际上只包含一个连接，如果这个连接出故障则通讯终止。

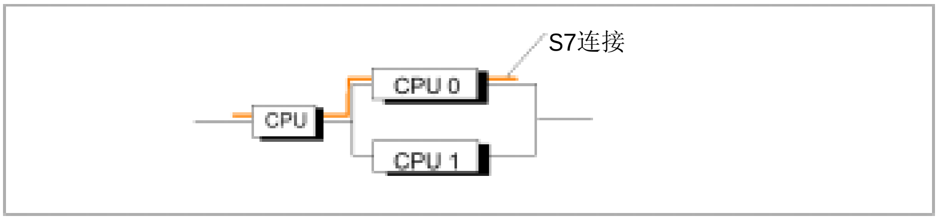


图 8-1 S7 连接的实例

注意

本手册中所说的“连接”通常指“配置的 S7 连接”。其它类型的连接请参考用于 PROFIBUS 的 SIMATIC NET NCM S7 和用于工业以太网的 SIMATIC NET NCM S7 手册。

容错的 S7 连接

对通讯部件（例如，CPs 和总线）高可用性的要求迫使在有关系统间提供冗余通讯连接。

与 S7 连接不同，容错的 S7 连接至少由两个低级的部分连接组成。从用户程序、配置和连接诊断的角度来看，容错的 S7 连接与其从属的部分连接一起，用一个 ID 号代表（象标准 S7 连接那样）。根据配置，容错的 S7 连接最多可由 4 个部分连接组成，其中总是有两个活动连接，以保证出错时通讯依然顺畅。部分连接的个数取决于可选路径（参考图 8-2）并自动确定。

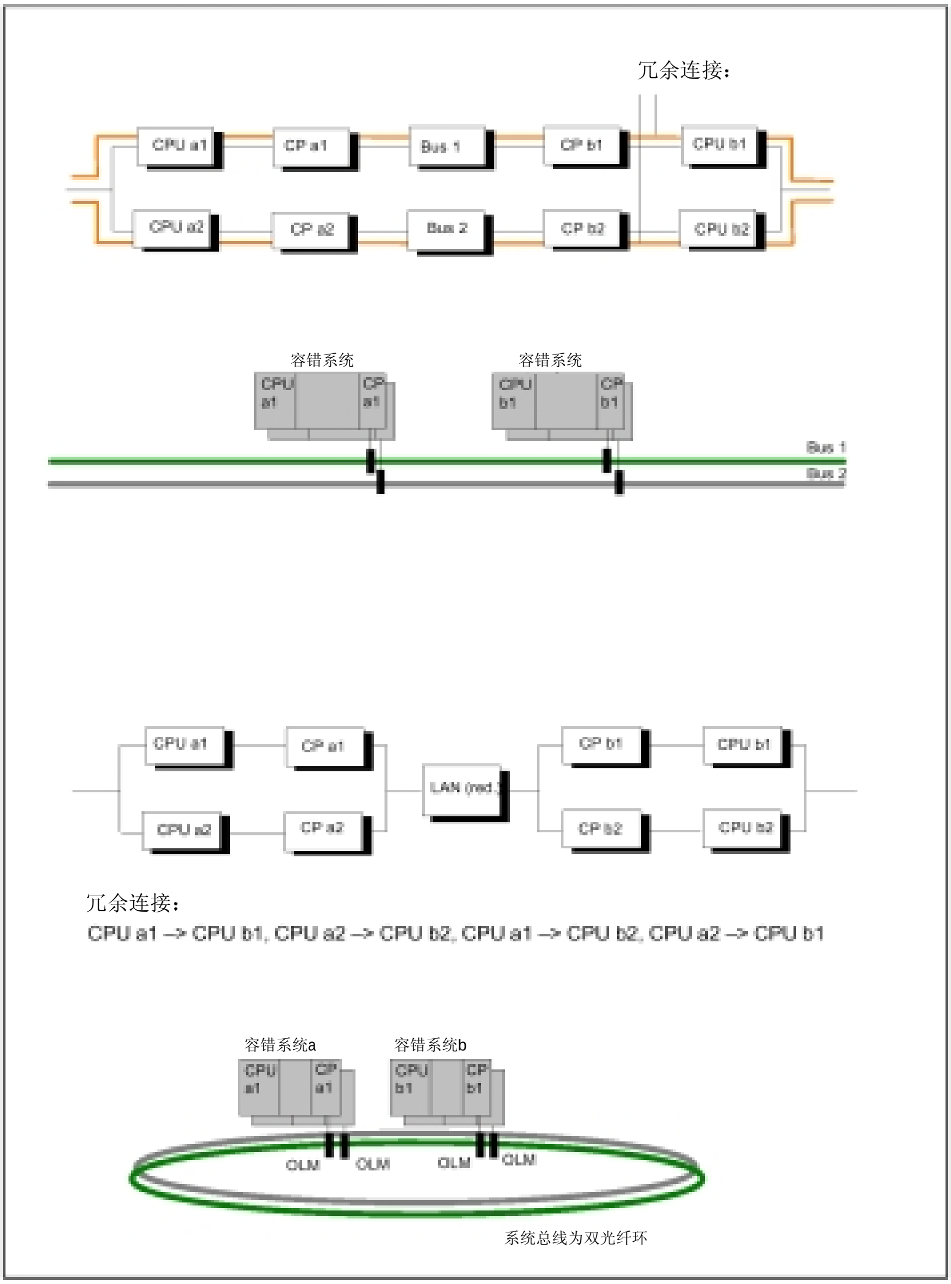


图 8-2 取决于配置的部分连接个数的实例

一旦活动的部分连接出现故障，先前建立的第二条部分连接则承担起通讯任务。

容错的 S7 连接的资源要求

容错 CPU 允许 64 个容错 S7 连接。在 CP 上，每个部分连接需要一个连接资源。

注意

如果对于一个容错站已组态几个容错 S7 连接，对它们进行设置会持续很长时间。如果组态的最大通讯延迟时间设定的太短，将取消链接和更新，并不能实现冗余系统模式（见第 6.3 节）。

8.2 适合的网络

物理传输介质的选择取决于对扩展的要求、容错的目标和传输速率。以下总线系统可用于容错系统通讯。

- 工业以太网（光缆，三轴或双绞铜电缆）
- PROFIBUS（光缆或铜缆）

您可在以下手册中找到有关适合的网络的更多信息：《SIMATIC 通讯》、《工业双绞线网络》和《PROFIBUS 网络》。

8.2.1 工业以太网

工业以太网是一种依照 IEEE 802.3 的用于单元的基带传输技术，带有 CSMA/CD 访问过程的通讯网络。

工业以太网网络可以采用电气或光学部件为介质做冗余配置。可用于工业以太网的电气和光学部件范围很广。

电气网络

电气网络可以配置成以三轴电缆为传输介质的传统网络结构。

采用电气连接模块（ELMs）或工业双绞线（ITPs）来增加或替换传统总线接线，连接到终端。可以使用他们按照 IEEE802.3 的要求配置星形网络。

光纤网络

光纤工业以太网（传输介质：光缆）可以配置成为线形、环形或星形网络。采用光纤连接模板（OLMs）和/或星形集线器进行配置可以实现 10 Mbps 的传输速率；采用光纤切换模板（OSMs）和光纤冗余管理器（ORM）进行配置可实现 100Mbps 的快速 Ethernet 连接。

8.2.2 PROFIBUS

PROFIBUS 是依照 PROFIBUS 标准 EN 50 170，Volume 2 的要求，用于单元和现场的通讯网络，带有令牌总线和主从模式的混合访问过程。网络通过双绞线或光纤来实现。

PROFIBUS 可用作带有电气和光学部件的冗余介质。连接的站点个数不可超过 30。推荐将工业以太网总线系统用于更大的系统。

传输速率可以在 9.6 Kbps 到 12Mbps 之间调整。

电气网络

电气网络的传输介质为屏蔽双绞线。

RS 485 接口以电压差操作。因此，比起电压或电流接口更不易受干扰影响。PROFIBUS 的节点通过总线端子或总线连接器连接到总线（每网段最多 32 个节点），不同网段用中继器互连。

网段的最大长度取决于传输速率。

除了 RS-485 传输技术，还有用于过程自动化的 IEC 1158 PROFIBUS PA 技术。PROFIBUS 旨在用于本质安全的可燃爆区域并可以以同步、低能耗的传输模式运行。在本质安全的可燃爆区域中一个单独的 PROFIBUS PA 网段最多可运行 10 个节点，全部电力需求不超过 100mA。在非本质安全区域，一个 PROFIBUS PA 网段可运行多达 30 个节点。传输速率为 31.25 kbyte。

光纤网络

光学 PROFIBUS 网络采用光纤作为传输介质。

光纤（玻璃光缆）不易受电磁干扰影响，防光，不需要等电位接地并适于远距离传输。

最大网段长度不取决于传输速率（除了冗余光纤环网）。光纤环网可配置一条或两条光纤环（加强网络可用性）。

光纤网络的配置用光学连接模板（OLM）来完成。可以用 OLM 将网络配置成为线形、环形或星形网络。

8.3 支持的通讯服务

可以采用以下服务：

- 通过 PROFIBUS 和工业以太网在容错的 S7 连接上进行 S7 通讯
- 通过 MPI，PROFIBUS 和工业以太网在 S7 连接上进行 S7 通讯
- 通过 PROFIBUS 进行标准通讯（例如：FM）
- 通过 PROFIBUS 和工业以太网进行与 S5 兼容的通讯（例如，SEND 和 RECEIVE 块）

不支持以下通讯

- 基本通讯
- 全局数据通讯

8.4 通过容错 S7 连接通讯

通讯系统的可用性

容错通讯在整个 SIMATIC 系统中加入了另外的冗余通讯部件，例如 CPs 和 LAN 电缆。为了说明在使用光学或电气网络时通讯系统的实际可用性，在下面对可能的通讯冗余作了具体说明。

前提条件

对容错连接配置的要求是完成硬件设备的配置。

集成在一个容错系统中的两个子系统的硬件配置必须是 Ïàí¬的。插槽也必须相同。

取决于使用的网络，以下的 CP 可以用于容错通讯：

- 工业以太网：
  S7：CP 443-1
- PROFIBUS：
  S7：CP 443-5 Extended（不作为 DP 主站配置）

要在容错系统和 PC 之间使用容错 S7 连接，需要在 PC 上安装“S7-REDCONNECT”软件包。请参阅有关“S7-REDCONNECT”的产品信息散页说明，学习更多关于在 PC 端使用 CP 的信息。

组态

系统的可用性，包括通讯，在配置中设定。请参阅 STEP 7 文档找到如何配置连接的有关信息。

只有 S7 通讯可用于容错的 S7 连接。完成设置工作需要在“新的连接”对话框中将类型设为“S7 连接容错”。

需要的冗余连接的个数由 STEP 7 决定，作为冗余节点的一个功能。如果网络结构允许，最多可建立 4 条冗余连接。不能通过使用更多 CP 提高冗余性。

在“属性-连接”对话框中可按照用户的需要修改容错连接的特殊属性。如果用户使用了不止一个 CP，也可以在对话框中切换连接。因为在缺省设置中所有连接最初都通过第一个 CP 进行路由，所以这种方法很实用。如果在对话框中对所有连接进行分配，则其它的连接可通过第二个 CP 进行路由。

编程

容错通讯可以用于容错 CPU，并通过 S7 通讯的模式进行。

可以在一个 S7 项目中单独完成这项工作。

使用 STEP 7 进行的容错通讯编程可以用通讯系统功能块来完成。利用这些块，数据可以在子网上进行传输（工业以太网，PROFIBUS）。集成在操作系统中的标准通讯 SFBs 为您提供确认数据传输选项。不仅能够实现数据传输，也可以使用其它控制和监视通讯对等体的通讯功能。

为标准通讯所编写的用户程序，不需修改即可用于容错通讯。电缆和连接的冗余对用户程序没有影响。

注意

可在 S7 标准文件（例如，*用 STEP 7 编程*）中找到有关通讯编程的内容。

通讯功能 START 和 STOP 在仅只一个 CPU 或容错系统的所有 CPU 上执行（有关更多详细内容，参见参考手册*用于 S7-300/400 的系统软件，系统和标准功能*）。

8.4.1 容错系统间的通讯

可用性

增强互连系统可用性最简单的办法是采用冗余系统总线，可以采用双光纤环网或者双倍电气总线系统。在这种情况下，连接的节点可以由简单的标准部件组成。

采用双光纤环网可以很好地增加系统的可用性。如果双光纤电缆断裂，系统间的通讯依旧存在。系统将以总线系统（线形）的连接模式进行通讯。原则上环网系统包括两个冗余部件，可自动形成 2 备 2 冗余节点。光纤网也可配置成线形或星形拓扑结构。然而线形拓扑结构没有电缆冗余。

如果电气网络中的一个网段出故障，则相关系统间的通讯仍旧存在（2 备 2 冗余）。

以下实例说明了两种版本的不同之处。

注意

CPs 上需要的连接资源数目，取决于用户正在使用的网络。

如果用户正在使用双光纤环网（参见图 8-3），每个 CP 需要两个连接资源。与此不同，如果使用双重电气网络（参见图 8-4），每个 CP 只需一个连接资源。

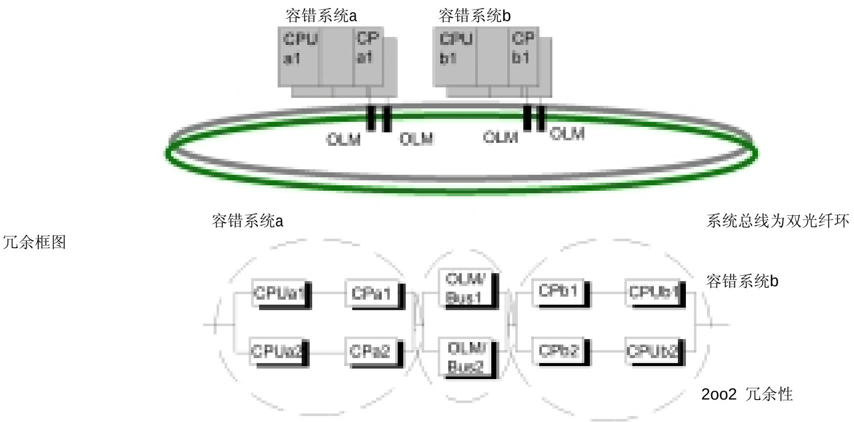


图 8-3 容错系统的冗余和冗余环网实例

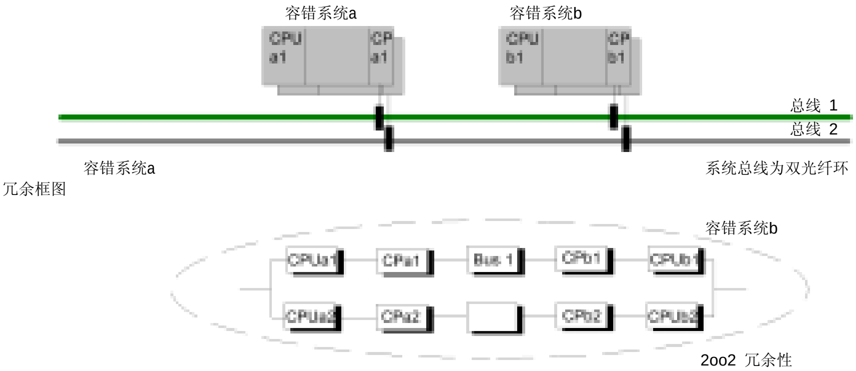


图 8-4 带有容错系统和冗余总线系统的冗余实例

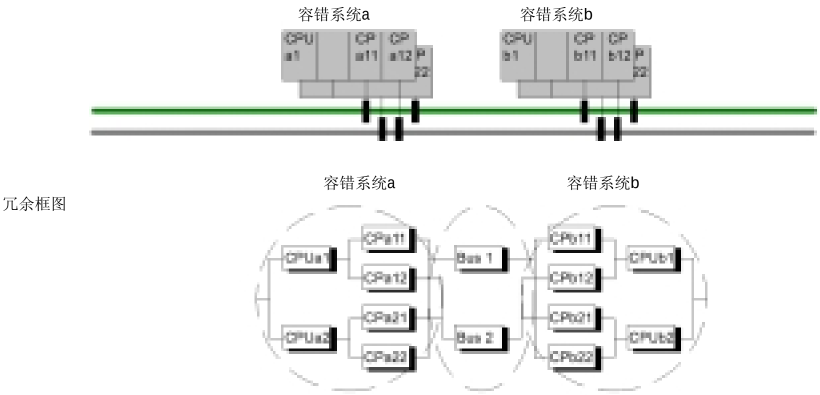


图 8-5 带有附加通讯处理器冗余性的容错系统实例

故障响应

对于双光纤环网只有容错系统中的双重错误（例如系统中的 CPUa1 和 CPUa2）才会造成相关冗余系统之间通讯的完全中断（参见图 8-3）。

如果在冗余电气总线系统中的第一个举例中出现双重错误（例如系统中的 CPUa1 和 CPb2）（参见图 8-4），会造成相关系统之间通讯的完全中断。

在采用 CP 冗余的冗余电气总线系统举例中（参见图 8-5），只有容错系统中的双重错误（例如 CPUa1 和 CPUa2），才会造成相关系统之间通讯的完全中断。

8.4.2 容错系统和容错 CPU 间的通讯

可用性

可在一个标准系统中使用冗余系统总线和容错 CPU 来增强系统的可用性。

例如，如果通讯伙伴为容错 CPU，则与 CPU 416 不同，也需要在此配置容错连接。

注意

CP b1 的容错连接占用两个连接资源以实现冗余连接。CP a1 和 CP a2 各分配了一个连接资源。

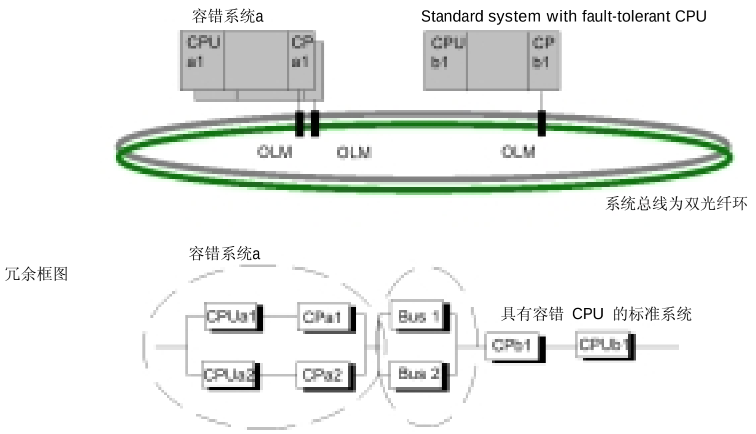


图 8-6 带有容错系统和容错 CPU 的冗余实例

故障响应

容错系统中的双重错误（例如 CPUa1 和 CPUa2）和标准系统（CPb1）中的单个错误将引起相关系统间通讯的完全中断（参见图 8-6）。

8.4.3 容错系统和 PC 间的通讯

可用性

当容错系统与 PC 相连，整个系统的可用性不只集中在 PC（OS）和它们的数据管理上，而且还涉及到可编程序逻辑控制器上的数据采集。

由于 PC 的硬件和软件特性，使得它们是非容错性的。然而，它们可以在一个系统中以冗余的模式装备。这类 PC（OS）系统及其数据管理的可用性可以由合适的软件（例如 WinCC Redundancy）来保证。

通过容错连接实现通讯。

为实现容错通讯，PC 上需要安装“S7-REDCONNECT”软件包。这样就可以将 PC 连接到带有一个 CP 的光纤网或者带有两个 CP 的冗余总线系统上。

配置连接

PC 端不需要附加的容错系统配置。PC 端的连接配置由 STEP 7 项目以 XDB 文件的形式完成。

您将了解如何在 WinCC 文档中使用 STEP 7 容错 S7 通讯将 PC 集成进您的 OS 系统。

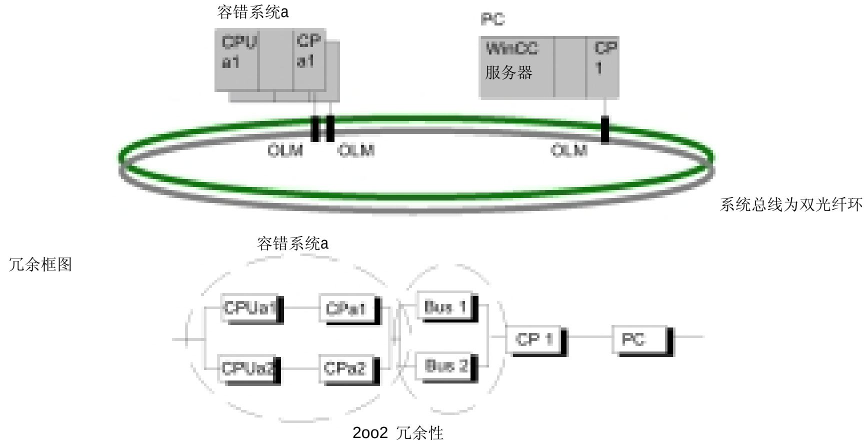


图 8-7 带有容错系统和冗余总线系统的冗余实例

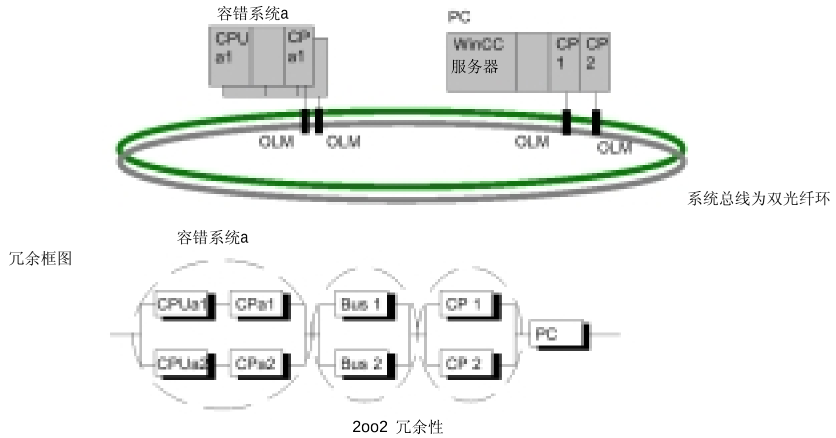


图 8-8 PC 中带有容错系统、冗余总线系统和通讯处理器的冗余实例

故障响应

容错系统中的双重错误（例如 CPUa1 和 CPUa2）和 PC 中的故障将引起相关系统间通讯的完全中断（参见图 8-7 和 8-8）。

8.5　通过 S7 连接通讯

标准系统通讯

容错系统和标准系统之间不能进行容错通讯。以下实例说明了通讯系统的实际可用性。

组态

标准连接采用 STEP 7 进行配置。

编程

如果容错系统上使用标准通讯，则可以使用除了“全局数据通讯”以外的所有通讯功能。

标准通讯 SFB 可用于利用 STEP 7 进行的通讯编程。

注意

通讯功能 START 和 STOP 在仅只一个 CPU 或容错系统的所有 CPU 上执行（有关更多详细内容，参见参考手册*用于 S7-300/400 的系统软件，系统和标准功能*）。

8.5.1　通过 S7 连接—单向模式通讯

可用性

采用用于容错系统到标准系统通讯的冗余系统总线可以增强通讯的可用性。

如果系统总线配置为双光纤环，则双光纤断裂时相关系统间的通讯仍然存在。系统将以总线系统（线形）的连接模式进行通讯，见图 8-9。

容错系统与标准系统互连时，采用双电气总线系统并不能增强通讯的可用性。如果要配置第二条总线系统作为冗余总线，就必须使用第二条 S7 连接，该连接由用户程序进行管理（参见图 8-10）。

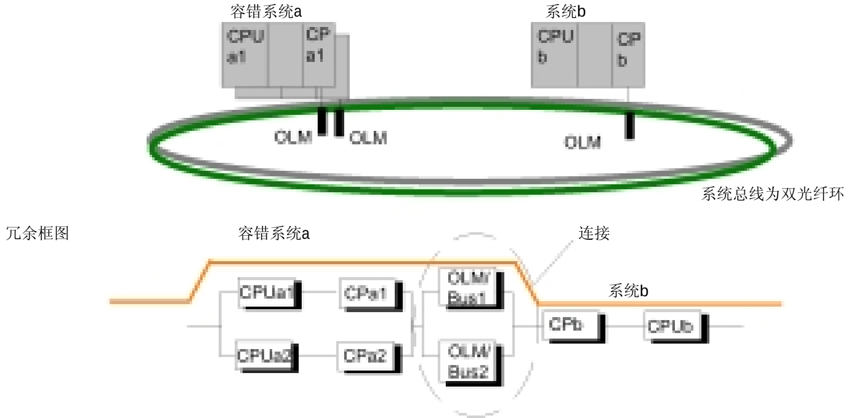


图 8-9 冗余环网上标准系统和容错系统互连的实例

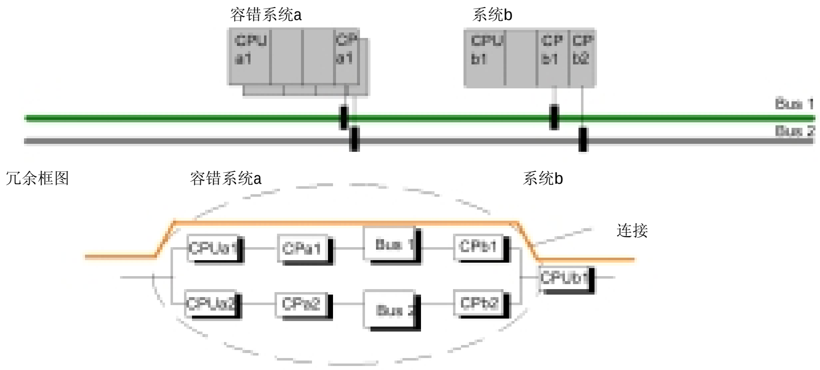


图 8-10　　冗余总线系统上标准系统和容错系统互连的实例

故障响应

双光纤环和总线系统

在这个特殊例子中使用了 S7 连接（连接端接在子系统的 CPU 上，本例中为 CPUa1），容错系统中的一个错误（例如 CPUa1 或 CPa1）和系统 b 中的一个错误（例如 CP b）都可造成相关系统间通讯的完全中断（参见图 8-9 和 8-10）。

总线系统中的故障情况与此相同。

8.5.2　在冗余 S7 连接上的通讯

可用性

在标准系统上使用冗余的系统总线和两个独立的 CP 都可以增加可用性。

通过标准连接也可以实现冗余通讯。为此必须配置两个独立的 S7 连接。还需要通过编程完成连接的冗余。需要对用户程序级的两个连接进行通讯监视，以探测通讯故障并切换到第二个连接。

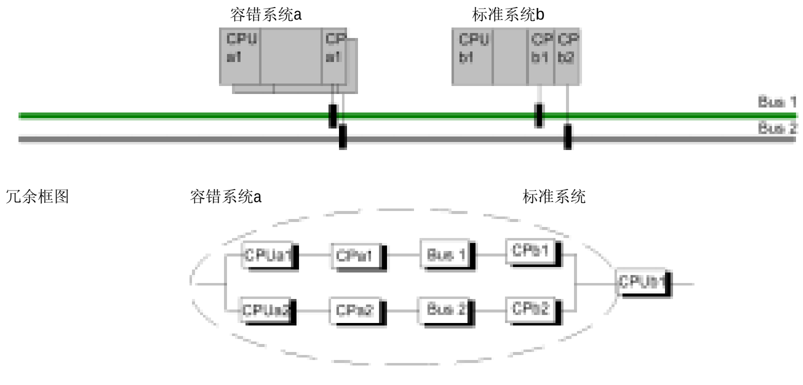


图 8-11所示即为以上配置的实例。

故障响应

容错系统中的双重错误（CPUa1 和 CPUa2）、标准系统（CPb1 和 CPb2）中的双重错误以及标准系统（CPb1）中的单个错误将引起相关系统间通讯的完全中断（参见图 8-11）。

8.5.3 通过 ET 200M 上的点到点 CP 进行通讯

通过 ET 200M 的连接

因为许多系统没有其它的连接选择，容错系统到单通道系统的连接经常是只能通过点对点连接进行。

为使单通道系统的数据也可用于容错系统的 CPU，必须将点到点 CP（CP341）插入带有两个 IM 153-2S 的分布式安装机架中。

配置连接

点到点 CP 和容错系统间不需要冗余连接。

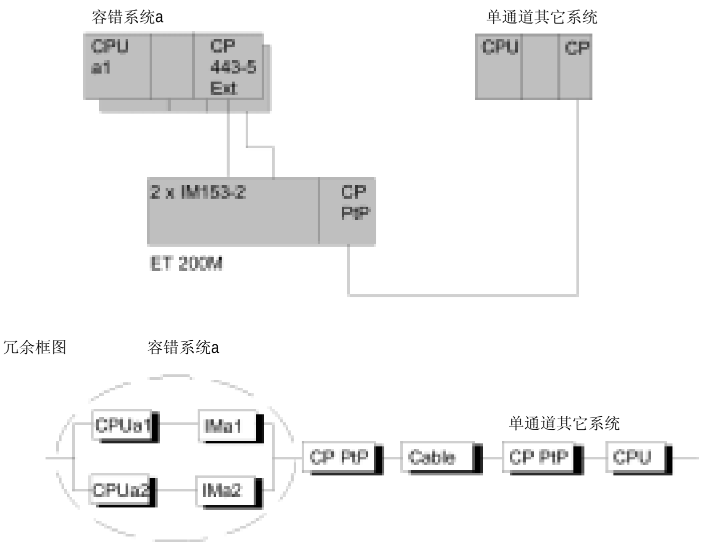


图 8-12　　容错系统和单通道第三方系统互连实例

故障响应

容错系统中的双重错误（例如 CPUa1 和 IM153-2）和第三方系统中的单个错误将引起相关系统间通讯的完全中断（参见图 8-12）。

点到点 CP 也可以插入“容错系统 a”中，但如果这样配置的话，CPU 中的一个故障就可以造成通讯的完全中断。

8.5.4 单通道系统的随机连接

通过 PC 网关的连接

当容错系统连接到一个单通道系统时，可以通过网关来连接（无连接冗余）。根据可用性要求，网关可以通过一个或两个 CP 连接到系统总线。在网关和容错系统间可以配置容错连接。通过网关可以与任何种类的单通道系统相连（例如，专业厂商协议 TCP/IP）。

软件可以在网关中由用户直接编写以实现单通道到容错系统的过渡。任何单通道系统都可通过这种模式连接到容错系统。

配置连接

网关 CP 和单通道系统间不需要容错连接。

网关 CP 位于一个 PC 系统上，该系统带有到容错系统的容错连接。

为了在容错系统 A 和网关之间使用容错的 S7 连接，需要在网关上安装“S7-REDCONNECT”软件包。通过单通道连接的用于路由的数据转换在用户程序中实现。

关于这一点，可在名为“工业通讯 IK10”的产品目录中找到更进一步的信息。

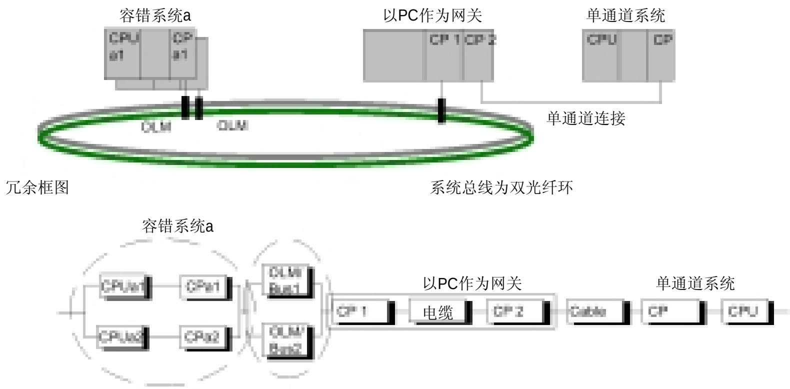


图 8-13　　容错系统和单通道第三方系统互连实例

9 使用 STEP 7 进行组态

本章对 S7-400H 选件包的特性及可能发生的问题进行了概述。

第一节描述了如何安装选件包。

第二节列出了 STEP 7 选件包的增加部分并总结了配置容错系统时需要考虑的几个中心问题。

第三节介绍了 STEP 7 选件包中包括的编程器功能。

在基本帮助文件中可以找到有关选件包和配置容错系统的详细说明。帮助文件可以在菜单项“Help＞Help topics＞Help on option packages”中找到。

9.1 安装选件包

软件要求

在用户的 PG 或 PC 上必须装有 STEP 7 标准包 5.2 版本或更高版本，才能安装“S7 容错系统”选件包版本 2 或更高版本。

安装选件包

1. 启动用户已安装了 STEP 7 标准包的 PC 或编程器，同时要确保所有 STEP 7 应用都已关闭。
2. 插入选件包的产品 CD
3. 运行 CD 上的 SETUP.EXE 程序
4. 按照安装程序给出的指令进行，并选择需要的选件。

阅读 Readme 文件

有关所提供软件的最新重要信息都记录在 Readme 文件中。用户可以在安装程序完成后立即阅读该文件，也可以晚一点再进行游览。该文件位于 STEP 7 的 S7hsys 目录下。

启动选件包

选件包不包含任何必须启动的应用程序。附加的选件集成在惯用的用户界面中。

显示集成的 Help 信息

在选件包的对话框中的 Help 信息，可以在配置的任何步骤，通过按下 F1 键或点击 Help 按钮进行调用。您可以从菜单上选择 Help＞Help Topics 获得更多详细信息。

9.2 使用 STEP 7 进行组态

配置 S7-400H 的基本方法与配置 S7-400 相同—换句话说

- 创建项目和站
- 配置硬件和网络
- 将系统数据加载到 PLC 上。

甚至在此需要的不同步骤也与您熟悉的 S7-400 大部分相同。

注意

以下错误 OB 必须装入 S7-400H 的 CPU 中：OB 70，OB 72，OB 80，OB 82，OB 83，OB 85，OB 86，OB 87，OB 88，OB 121 和 OB 122。如果没有装载这些 OB，H 系统在出现错误时就会进入 STOP 系统状态。

创建一个容错站

SIMATIC Manager 将 SIMATIC 容错站作为一个单独的站类型提供。该类型可以配置两个中央控制器，每个控制器装有一台 CPU，即成为冗余的容错站配置。

9.2.1 容错站的安装规则

除了通常用于 S7-400 的模块安装规则之外，还必须遵守以下容错站规则：

- 中央处理单元必须插在每个机箱的相同插槽中。
- 冗余使用的外部 DP 主接口或通讯模板必须插在每个机箱的相同插槽中。
- 用于冗余 DP 主站的外部 DP 主接口只能插在中央机架上，而不能插在扩展机架上。
- 冗余使用的模板（例如，CPU 417-4H，DP 从接口模板 IM 153-2）必须相同——换句话说，它们的订货号、版本和固件版本必须相同。

安装规则

- 一个容错站最多可以包括 20 个扩展机架。
- 偶数安装机架只能分配给中央控制器 0，反之，奇数安装机架只能分配给中央控制器 1。
- 连接到通讯总线的模板只能在机架 0 到机架 6 中操作。
- 切换式 I/O 中不允许有具备通讯总线能力的模板。
- 在扩展机架中，为容错通讯操作 CP 时需要注意安装机架号。
  号码必须是连续的并且始于偶数号码——例如，可以是安装机架 2 和 3，但不能是安装机架 3 和 4。
- 当以 DP 主模板作为中央控制器进行安装时，也可以为 DP 主模板从 No.9 起向前分配安装机架号。这样就减少了可能的扩展机架数目。

STEP7 自动监视对这些规则的遵守情况，并在配置过程中恰如其分地对其给予考虑。

9.2.2 配置硬件

获得冗余硬件配置最简单的办法就是将所有需要进行冗余配置的部件安装在一个机架中，为其参数赋值，并复制整个过程。

然后定义各种地址（仅能为单向 I/O！）并将其它非冗余模板插入单独的机架。

进行硬件配置时的特性

为使冗余 DP 主站能够很快地被监测，为其提供了两条并行 DP 电缆。

9.2.3 容错站中的模板参数赋值

引言

容错站中的模板参数赋值与 S7-400 标准站中的模板参数赋值没有什么区别。

步骤

所有冗余部件的参数（除 MPI 和通讯地址以外）都必须相同。

中央处理器单元（例外）

只对 CPU0（机架 0 上的 CPU）设定 CPU 参数。所设定的所有数值将自动分配给 CPU1（机架 1 上的 CPU）。除以下参数外，CPU1 的设置不能更改：

- CPU 的 MPI 地址
- 集成 PROFIBUS DP 接口的站地址和诊断地址

I/O 地址区中的模板

在 I/O 地址区编址的模板必须完全在过程映象内或完全在过程映象外。否则，不能保证一致性，会损坏数据。

9.2.4 CPU 参数设置建议

确定循环行为的 CPU 参数

在“Cycle/Clock memory（循环/时钟存储器）”选项卡中，可以规定确定系统循环行为的 CPU 参数。

建议设置：

- 扫描循环监视时间尽可能长（例如 6000 ms）
- 过程输入映象尽可能小（稍大于实际使用的输入点数）
- 过程输出映象尽可能小（稍大于实际使用的输出点数）
- 出现 I/O 访问错误时调用 OB 85：只对于输入错误和输出错误

诊断缓冲区中的报文数量

在“Diagnostics/Clock（诊断/时钟）”选项卡中，可以规定诊断缓冲区的报文数量。

我们建议设定较大数值（例如，1500）。

传输参数值给模板的监视时间

在“Startup（启动）”选项卡中，可以指定该监视时间。它取决于容错站的配置。如果监视时间太短，CPU 将在诊断缓冲区中输入 W#16#6547 事件。

对于有些从站（例如 IM 157），这些参数将在系统数据块中被压缩。参数的传输时间取决于以下因素：

- 总线系统的传输速率（传输速率高 => 传输时间短）
- 参数和系统数据块的大小（参数长 => 传输时间长）
- 总线系统上的负载（从站多 => 传输时间长）
  说明：总线负载在 DP 主站重新启动时（例如断电/通电后）会达到其峰值。

建议设置：600 对应于 60 秒。

注意

特定 H CPU 参数和相关监视时间可以自动计算。这包括所有 CPU 专用数据块的总存储器负载的缺省值设置。如果 H 系统不能链接，应检查存储器负载设置（HW Config -> CPU Properties -> H Parameters -> Work memory used for all data blocks）。

注意

当连接传输速率最大为 1.5 Mbaud 的 DP/PA 链路或 Y 链路（IM157）时，扩展型 CP443-5 只能用于 S7-400H 或 S7-400FH。（帮助：参见网址 http://www.siemens.com/automation/service&support 中的 FAQ 11168943）

9.2.5 组态网络

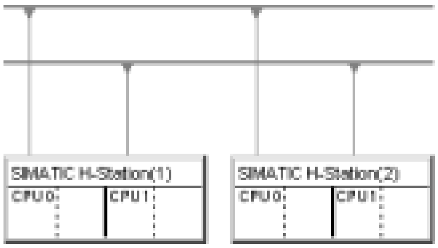
容错的 S7 连接是“配置网络”应用的一个单独连接类型。以下通讯对等点可相互通讯：

- S7 容错站（带有 2 个容错 CPU）-> S7 容错站（带有 2 个容错 CPU）
- S7 400 站（带有 1 个容错 CPU）-> S7 容错站（带有 2 个容错 CPU）
- SIMATIC PC 站 -> S7 容错站（带有 2 个容错 CPU）

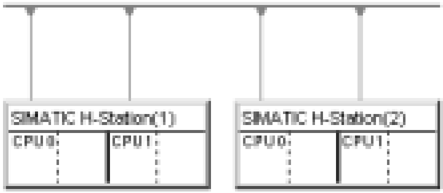
至少有一个通讯终端是 S7 容错站时才可以进行容错连接。

如果配置了此种类型的连接，应用将自动确定可能的连接路径号。

- 如果有两个独立但却相同的子网可供使用，用时它们又都适于进行 S7 连接（DP 主站），则可使用两个连接路径。在实际应用中，经常采用电气网络，每个子网有一个 CP。



- 如果只有一个 DP 主站可供使用（实际中的典型光缆），则两个容错站间的连接可以使用 4 个连接路径。所有 CP 都在这个子网中：



将网络配置下载到容错站中

可以将网络配置一次下载到整个容错站中。具体过程与将网络配置下载到标准站需满足的要求相同。

9.3 STEP 7 中的编程器功能

在 SIMATIC Manager 中显示

为正确认识容错站的特性，下面列出了在 SIMATIC Manager 中系统的显示和编程模式与在 S7-400 标准站中的区别：

- 在离线浏览中，S7 程序只在容错站的 CPU0 中显示。通过 CPU1 看不到 S7 程序。
- 在在线浏览中，S7 程序在两个中央处理器上都可以显示并且在两个位置都可以选择。

通讯功能

对于导致在线连接的建立的编程器功能（例如，下载和块删除），即使该功能可以通过冗余链接作用于整个系统，也必须选择两个 CPU 中的一个来实现。

- 在冗余操作中，在一个中央处理器上修改的数据通过冗余链接作用于其它的 CPU。
- 在无冗余链接时更改的数据（换句话说，在单一模式中），开始只影响编辑的 CPU。在下一次链接和更新过程中，主 CPU 将把数据块施加于热备 CPU。例外：配置修改后，没有使用新的数据块（只使用了未改变的数据块）。载入数据块的任务就需要用户来完成。

10 运行过程中部件的故障和更换

对于一个容错控制器的不可中断的操作而言，在运行过程中更换有故障的部件是一个十分关键的因素。快速修理能快速地重新建立容错系统。

在以下部分，我们将告诉用户，在 S7-400H 中修理和更换一个部件是多么的简单和快速。请注意在安装手册相应部分的提示，*S7-400/M7-400 可编程控制器，硬件和安装部分。*

10.1 中心机架和扩展机架上部件的故障和更换

哪些部件是可以更换的?

以下部件可以在系统运行过程中更换：

- 中央处理单元——如：CPU 417-4H
- 电源模板——如：PS405 和 PS 407
- 信号和功能模板
- 通讯处理器
- 同步子模板和光纤电缆
- 接口模板——如：IM460 和 IM461

10.1.1 中央处理单元（容错 CPU）的故障与更换

完全更换 CPU 通常是不必要的。如果故障仅仅影响到了装载存储器，要做的仅仅是更换相关的存储器卡。以下列出了两种情况：

完全更换 CPU 的开始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余系统模式，CPU出现故障	• 热备CPU转换到单一模式 • 热备CPU在诊断缓冲区里通过OB 72 报告这一事件

对更换部件的要求

用来更换的部件，必须满足以下要求，才可以进行更换：

- 与出现故障的 CPU 具有同样的操作系统
- 与出现故障的 CPU 具有同样的主存储器和装载存储器

注意

新的 CPU 在供货时总是提供最新版本的操作系统。为了能够使用这种 CPU 作为更换模板，必须为故障 CPU 的操作系统版本创建一个操作系统升级卡，并使用该卡将操作系统传输到更换 CPU 中。

步骤

按以下步骤更换一个中央处理单元：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭电源模板	• 全部子系统被关闭（系统运行于单一模式）
2	更换中央处理单元	-
3	插入同步子模板，确保机架号设置正确	-
4	插上同步子模板的光纤电缆连接器	-
5	再次打开电源模板。	• CPU自检然后进入STOP状态
6	在换上的CPU上执行存储器复位	-
7	启动新换上的CPU（如：由STOP转入RUN或者由编程器启动）。	• CPU自动进行链接和更新 • CPU0切换到RUN模式，并作为热备CPU进行操作。

更换装载存储器的开始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余系统模式时，访问装载存储器遇到错误	• 相关的CPU停止运行，发出复位请求 • 热备CPU转换到单一模式

过程

按以下步骤更换引导存储器

步骤	操作	系统的反应
1	在停止运行的CPU上更换内存卡	-
2	将更换过内存卡的CPU复位	-
3	重新启动CPU	• CPU自动进行链接和更新 • CPU0切换到RUN模式，并作为热备CPU进行操作。

10.1.2 电源模板的故障与更换

初始状态

两个中央处理器都处于运行状态

故障	系统的反应
S7-400H 处于冗余系统模式，对其中一个电源供应模板出现故障	• 热备CPU转换到单一模式 • 热备CPU在诊断缓冲区里通过OB 72 报告这一事件

过程

在中心机架上更换电源模板，按以下步骤进行：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭电源（对于PS 405 是24V DC，对于PS 407 是120/230V AC）	• 全部子系统被关闭（系统运行于单一模式）
2	更换模板	-
3	再次打开电源模板。	• CPU进行自检 • CPU自动进行链接和更新 • CPU进入运行态（冗余系统模式），处于备用状态

注意

如果使用的是冗余电源（PS 407 10A R），则有两个电源模板分配给一个容错 CPU。如果 PS 407 10A R 一部分出现故障，相应的 CPU 仍然继续运行。有故障的部分可以在运行中更换。

其它的电源供应模板

如果出现故障的电源模板不在中心机架上（如：在扩展架上或者在 I/O 设备上），故障被报告为机架故障（在中央）或工作站故障（在远程）。在这种情况下，只要简单地关闭相关的电源模板即可。

10.1.3 I/O 或功能模板的故障与更换

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H 处于冗余工作模式，I/O 或功能模板出现故障	• 两个CPU经过适当的OB，在诊断缓冲区中报告这个事件

过程

更换中央或远程的信号或功能模板，按以下步骤进行：

步骤	操作	系统的反应
1	断开接线。	• 如果相关的模板是可设置诊断中断的，将调用OB 82，并且通过组态发布一个诊断中断。 - 如果通过直接访问访问这一模板，将调用OB 122。 - 如果通过过程映像访问这一模板，将调用OB 85。
2	拔出故障模板（在运行模式下）。	• 两个CPU都同步调用 OB 83处理这一插入/拔出模板中断
3	插入新的模板。	• 两个CPU都同步调用 OB 83处理这一插入/拔出模板中断 • 与此模板相关的CPU将参数自动赋给该模板，这个模板又可以重新寻址了
4	连接配线。	如果相关的模板是可设置诊断中断的，将调用OB 82，并且通过组态发布一个诊断中断。

10.1.4 通讯处理器的故障与更换

本部分讲述 PROFIBUS 总线和工业以态网的通讯处理器的故障与更换。

关于 PROFIBUS-DP 总线的通讯处理器的故障和更换在第 10.2.1 节讲述。

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H工作在冗余系统模式时一个通讯处理器出现故障	• 两个CPU经过适当的OB，在诊断缓冲区中报告这个事件 • 采用标准连接通讯 连接失败 • 采用冗余连接通讯 通过另外一个更换通道，通讯没有中断，得以继续保持

过程

采用以下步骤更换 PROFIBUS 总线或工业以态网的通讯处理器：

步骤	操作	系统的反应
1	拔出模板。	两个CPU都同步调用 OB 83处理这一插入/拔出模板中断
2	确保新模板的集成FLASH EPROM中没有参数数据，并插入该新的模板。	• 两个CPU都同步调用 OB 83处理这一插入/拔出模板中断 • 该模板自动地由相应的CPU进行组态。
3	上电	该模板重新和其它的模板通讯（系统自动地建立通讯连接）

10.1.5 同步子模板或光纤电缆的故障与更换

在这一部分有三种不同的出错情况:

- 一个同步子模板或光纤电缆出现故障
- 两个同步子模板或光纤电缆的接连出现故障
- 两个同步子模板或光缆同时发生故障

初始状态

故障	系统的反应
光纤或同步模板故障： S7-400H处于冗余系统模式时同步子模板或光缆出现故障。	• 主CPU通过OB 72在诊断缓冲区里报告这一事件。 • 主CPU继续处于运行状态，热备CPU停止运行。

步骤

要更换同步子模板或光缆，须采取以下步骤：

步骤	操作	系统的反应
1	首先更换光缆。[1]	-
2	启动热备CPU（如：由STOP转换到RUN状态或者由编程器起动）。	可能有以下现象： 1. CPU进入RUN模式 2. CPU进入STOP模式在此情形下继续步骤3。
3	从热备的CPU上拔出有故障的同步子模板。为此，将同步子模板附加前面板上螺钉拧进子模板的螺孔里。	-
4	将新的同步子模板插入热备CPU中[1]确保机架号设置正确。	-
5	插上同步子模板的光纤电缆连接器	-
6	启动热备CPU（如：由STOP转换到RUN状态或者由编程器起动）。	可能有以下现象： 1. CPU进入RUN模式 2. CPU进入STOP模式在此情形下继续步骤7。
7	如果在步骤6中热备CPU进入STOP状态： 从主CPU上拔出同步子模板。	• 主CPU执行OB 32插入/拔出中断和OB 72冗余错误中断（输入）。
8	将新的同步子模板插入主CPU中，确保机架号设置正确	• 主CPU执行OB 32插入/拔出中断和OB 72冗余错误中断（输出）。
9	插上同步子模板的光纤电缆连接器	-
10	启动热备CPU（如：由STOP转换到RUN状态或者由编程器起动）。	• CPU自动进行链接和更新 • CPU进入运行态（冗余系统模式），处于备用状态

1　无论是上级还是下级的冗余连接故障，都可以通过发光二级管（LED）和诊断来显示。在有缺陷的部件（光缆或同步子模板）被更换后， 发光二级管（LED）的 IFM1F 或 IFM2F 信号将会消失。否则，不能进行下一步操作。

注意

如果两根光缆和两个同步子模板相继发生损坏，或更换后，现象仍然和以上描述的一样，唯一的原因就是热备 CPU 没有进入停止（STOP）模式，而只是要求进行复位。

初始状态

故障	系统的反应
光纤电缆或同步模板同时故障： S7-400H处于冗余系统模式时两个同步子模板或光缆都出现故障	• 两个CPU都通过OB 72在诊断缓冲区报告这一事件 • 两个CPU都成为主CPU并保持RUN模式

过程

以上描述的双重错误会导致冗余的丧失。这种情况下可以按以下模式处理：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭子系统	-
2	更换故障部件	-
3	重新起动子系统	IFM1F 和 IFM2F 指示灯熄灭。热备指示灯亮。
4	启动CPU（如：由STOP转换到RUN状态或者由编程器起动）。	• CPU自动进行链接和更新 • CPU进入运行态（冗余系统模式），处于备用状态

10.1.6 IM 460 和 IM 461 接口模板的故障和更换

IM 460 和 IM461 接口模板用来连接扩展机架。

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余工作模式时，一个接口模板出现故障	• 连接的扩展单元被关闭 • 两个CPU都通过OB 86在诊断缓冲区报告这一事件

过程

更换接口模板，可采取以下步骤：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭中央机架上的电源	• 热备CPU转换为单一模式
2	关闭想更换接口模板的扩展单元的电源	-
3	拔出接口模板	-
4	插上新的接口模板，接通扩展单元上的电源	-
5	接通中央机架上的电源，重新启动CPU	• CPU自动进行链接和更新 • CPU0切换到RUN模式，并作为热备CPU进行操作。

10.2 分布式 I/O 上的部件的故障和更换

哪些部件是可以更换的?

以下分布 I/O 部件可以在运行过程中更换：

- PROFIBUS-DP 主模板
- PROFIBUS-DP 接口模板（IM 153-2 或 IM 157）
- PROFIBUS-DP 从模板
- PROFIBUS-DP 电缆

注意

有关位于远程站中的 I/O 和功能模板更换，参见第 10.1.3 节。

10.2.1 PROFIBUS-DP 主站的故障和更换

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余系统模式时，一个PROFIBUS-DP主模板出现故障。	• **单通道，单向 I/O**：DP 主模板不再处理与 DP 从模板的连接 • 切换式 I/O： DP 从模板通过热备的 DP 主模板寻址

步骤

采取以下步骤更换 PROFIBUS-DP 主模板：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭中央机架上的电源	容错系统模式进入单一模式
2	拔下DP主模板上的DP PROFIBUS电缆。	-
3	更换有故障的模板。	-
4	插上PROFIBUS电缆。	-
5	接通中央机架上的电源。	• CPU自动进行链接和更新 • CPU0切换到RUN模式，并作为热备CPU进行操作。

10.2.2 冗余 PROFIBUS-DP 接口模板的故障和更换

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余工作模式时，一个PROFIBUS-DP接口模板出现故障（IM 153-2，IM 157）。	两个CPU都通过OB 70在诊断缓冲区报告这一事件

更换过程

执行以下步骤更换 PROFIBUS-DP 接口模板：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭出现故障的DP接口模板电源。	-
2	拔下与之相连的总线连接器。	-
3	插入新的PROFIBUS-DP接口模板，并重新接通电源。	-
4	重新插上总线连接器。	• 两个CPU可以同步处理安装机架故障OB 70（输出事件） • 系统又可以重新冗余访问工作站

10.2.3 PROFIBUS-DP 从模板的故障和更换

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余系统模式时一个PROFIBUS-DP从模板出现故障。	两个CPU都通过相应的OB在诊断缓冲区报告这一事件。

过程

按以下步骤更换一个 DP 从模板：

步骤	操作	系统的反应
1	关闭出现故障的DP从模板电源。	-
2	拔下与之相连的总线连接器。	-
3	换上新的DP从模板。	-
4	接上总线连接器并接通电源。	• 两个CPU可以同步处理安装机架故障OB 86（输出事件） • DP从站可以由相应的DP主站寻址。

10.2.4 PROFIBUS-DP 电缆的故障和更换

初始状态

故障	系统的反应
S7-400H处于冗余系统模式时PROFIBUS-DP电缆出现故障。	• 单通道，单向 I/O：机架故障OB（OB 86）启动（输入事件）。DP主模板不再对连接的DP从模板进行处理（站故障） • 切换式I/O： I/O冗余错误OB（OB70）启动（输入事件），DP从模板通过热备的DP主模板寻址

更换过程

采取以下步骤更换PROFIBUS-DP电缆：

步骤	操作	系统的反应
1	检查PROFIBUS-DP电缆连线，确定被中断的PROFIBUS-DP电缆。	-
2	更换有缺陷的电缆。	-
3	使出现故障的模板重新运行。	两个CPU同步处理错误OB。 • 对于单向I/O： 安装机架故障OB 86（输出事件） DP从模板可以通过DP主站寻址。 • 切换式I/O： I/O 冗余错误 OB70（输出事件） DP从模板可以通过两个DP主站寻址。

11 运行过程中系统的修改

除了第十章中所述的在系统运行过程中对出现故障的部件进行更换外，CPU 417-4H 固件 V2.0.0 及其以上版本和 CPU 414-4H 还允许在不中断程序的运行的情况下对系统进行修正。

这一过程取决于是在 PCS7，还是在 STEP 7 上运行用户软件。

以下所描述的在系统运行过程中进行修改的每一个步骤都是从冗余系统模式开始（见第 5.2 节），最后又回到这一状态。

注意

在程序运行过程中对系统进行修正时，必须严格遵循本章中讲述的规定。如果违背其中之一或者几条，可能会导致容错系统的可用性大受影响，更为严重的可能导致整个可编程控制器的崩溃。

这一部分没有考虑与安全相关的部件。关于安全系统的详细信息，请参阅《*S7-400F* 和 *S7-400FH 可编程序控制器使用*手册》。

11.1 可能进行的硬件修改

如何进行硬件更改?

如果要修正的部件适用于热插拔的话，硬件的更换可以在冗余模式下进行。但是，如果装入硬件配置会导致冗余模式的停止运行， 则必须临时地转换到单一模式。在单一模式下，由一个 CPU 控制程序的运行，对另一个 CPU 进行配置的更改。

注意

用户只能从“配置硬件”模式中将修改后的配置装入 CPU 中。

由于在此过程中，两个 CPU 的装载存储器的内容多次被更改，推荐使用 RAM 卡对集成了的装载存储器内容进行扩展（至少暂时推荐）。

如果 FLASH 卡的存储空间和可用的 RAM 最大可用的存储空间一样大，用户可以用一个 RAM 卡更换 FLASH 卡，如果 FLASH 卡的存储空间超过了 RAM 最大可用的存储空间，就必须进行一些必要的配置和对程序进行少量的更改以使集成了的装载存储器有足够的可用空间。

小心

无论何时，当硬件更改后，在热备 CPU 开始运行或者激活 Ç°，必须确保两个 CPU 之间的同步连接被重新建立。如果两个 CPU 的电源指示灯变为 IFM1F 和 IFM2F（用来指示存储器子模板的接口故障），两个 CPU 都必须停止运行。

哪些部分可以被修改?

在系统运行期间，下列硬件的配置可以被修改：

- 在中央和扩展单元上，添加和删除模板（如：单向的 I/O 模板）。

注意

只允许在去电状态添加或拔出 IM 460、IM 461 接口模板和外部 DP 主接口模板 CP443-5 扩展以及辅助的连接电缆。

- 添加和删除远程的输出/输入站，如：
  - 带冗余接口模板的 DP 从站（如：ET 200M、DP/PA 链路或 Y 链路）
  - 单向 DP 从站（在任何 DP 主站中）
  - 模块化的 DP 从站中的模板
  - DP/PA 耦合器
  - PA 设备
- 在一个现存模板中的空闲通道的使用
- 重新组态模板
- 改变某些 CPU 的参数
- 更改所安装模板的参数
- 更改 CPU 的存储部件

所有的更改都必须遵守容错站配置的规则（见第 9.2.1 节）。

参见“Hardware Catalog（硬件目录）”窗口中的信息文本，以确定 ET 200M 模板（信号模板和功能模板）是否可以在运行过程中重新组态。有关每个模板的特殊响应，请参见各自的技术资料。

在系统设计阶段中要注意些什么?

为了保证切换式 I/O 在运行过程中可以正确扩展，在系统设计阶段中应注意以下几点：

- 冗余 DP 主站的两条缆线上，可为分支点或离散点提供足够的分支点号码（分支线是指不允许以 12 MBd 的速率传输的支线）。既可以按规律有间隔地提供号码，也可以为每一点提供号码。
- 两根缆线必须唯一标识，这样当前正被使用的缆线不会因偶然的因素被中断。这种标识，不仅可以在缆线的终节点，而且可以在每一个可能的新的连接点看到。电缆线的颜色最好不同。
- 模块化的 DP 从站（ET 200M）、DP/PA 链路和 Y 链路必须总是与一个有源底板总线一起建立，并且尽可能全面地配备所有总线模板，因为总线模板在系统运行过程中是不能插拔的。
- PROFIBUS DP 和 PROFIBUS PA 局域网电缆必须在两端都装上有效的总线端接器，以保证在修改过程中线路可以正确地终止。
- PROFIBUS PA 总线系统的部件应该从 SpliTConnect 产品系列中选取（参见交互式分类目录 CA01），这样就不需要将线路分离开。
- 已装入的数据块不能再删除和生成。即：SFC 22（CREATE_DB）和 23（DEL_DB）不可以被应用到装入数据块（DB）占用的数据块号上。
- 对于 PG/ES 进行系统修正期间，模块模式中 STEP 7 项目的用户程序的当前状态值仍然可用，不用将用户程序重新导入 PG/ES，或者从 STL 源文件重新编译。

硬件配置的修改

除了少数的例外情况，大多数的配置段都可以在系统运行时进行修改。原则上，硬件配置的修改也会导致用户程序的更改。

下面的内容不能修改：

- 某些 CPU 的参数（细节内容参考相关小节）
- 冗余模式 DP 主站的传输速率（波特率）
- S7 与 S7H 的连接

用户程序和连接配置的修改

对用户程序和连接配置进行的修改在冗余系统模式下被装入 PLC，这个过程依赖于所使用的软件。该过程取决于所用软件。详细信息，请参见《*STEP 7 V5.1 编程手册*》和《PCS 7 *组态手册*》。

特点

- 如果不是非常了解，不要一次进行太多的配置修改。我们推荐重新配置时一次只修改一个 DP 主站或少数几个 DP 从站（如：不超过 5 个）。
- 在例程运行过程中，在只带有如 7.3 节所述的接口模板 IM 153-2，IM 153-2FO 或者 IM 157 的冗余 PROFIBUS-DP 接口模板的 DP 站上，可以增删模板。
- 如果要插入 IM 153-2 总线模板，必须先切断电源。

- 在进行更改之前，必须检查一下 HW Config 中的容错参数。如果该参数被设置为 0，应在 HW Config 中使用 Properties CPU -> H Parameter，重新计算参数。

注意

在用户级使用作为单向模板安装的冗余 I/O 模板时，应考虑以下事件（见第 7.5 节）：

在系统更改后的链接和同步过程中，主站 CPU 的 I/O 模板可以在新主站 CPU 的 I/O 模板（更改）完全输入过程映象中之前，从过程映象中显示一段时间。

这会导致系统更改后在过程映象初始更新过程中造成错误的印象，不知是冗余 I/O 模板全部停用，还是具有冗余 I/O 模板。因此，只有在过程映象全部更新后，才能正确评价冗余状态。

对于释放冗余运行的模板来说，不会出现这种现象（见第 7.4 节）。

准备

为了尽可能缩短容错系统运行在单一模式的时间，在着手进行硬件配置更改之**前**，要进行以下工作：

- 确信 CPU 的存储器能满足新的配置和用户程序的使用。如有必要，要先扩充存储器（见 11.7 节）。
- 确信插入但还没有进行配置的模板对于控制过程没有影响。

11.2 在 PCS 7 中增添部件

初始状态

必须保证 CPU 的参数（如监控次数）适合新设计的程序，如果有必要首先要修改相应的 CPU 参数（见 11.6 节）。

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

在 PCS 7 的容错系统中添加硬件的操作步骤列在下表。每一操作步骤将在具体小节中详述。

步骤	操作	参考章节
1	硬件的更改	11.2.1
2	硬件配置的离线修改	11.2.2
3	停止热备CPU的运行	11.2.3
4	在热备 CPU 中装入新的硬件配置	11.2.4
5	切换到已修正配置后的CPU	11.2.5
6	转换到冗余系统模式	11.2.6
7	更改和导入用户程序	11.2.7

例外

该系统修改步骤不适用于以下情况：

- 现存模板空闲通道的使用
- 添加接口模板时（见第 11.2.8 节）

11.2.1 PCS 7，步骤 1：硬件的更改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

1. 在系统中添加新的硬件。
   - 将新的中央模板插入机架中。
   - 将新的模板插入现存的模块化的DP站中
   - 在现存的DP主站中添加新的DP站。

> **注意**
>
> 切换式 I/O：在开始冗余 DP 主站新线路的配置的修改之前，应先完成当前线路上所有的配置的修改。

2. 在新的部件上连接所需的传感器和执行器。

结果

插入一个没有配置的模板对于用户程序没有影响。这同样适用于添加 DP 站。
容错系统继续工作于冗余系统模式。

新的部件还不能被访问。

11.2.2 PCS 7，Step 2:硬件配置的离线修改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 对于添加的硬件完成所有配置的离线修改。给将要使用的新通道赋予一个图标。
2. 编译新的硬件配置，但不装入 PLC 中。

结果

修改的硬件配置在 PG/ES 中，PLC 仍然处于冗余系统模式，在原有的配置下运行。

配置连接

在硬件配置完成后，对于新添的硬件连接的两端都要进行配置。

11.2.3 PCS 7，Step 3:停止热备 CPU 的运行

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备CPU，点击Stop按钮。

结果

热备 CPU 进入 STOP 模式，主 CPU 仍然保持为 RUN 模式，容错系统工作在单一模式，热备 CPU 的单向 I/O 不再能访问。

虽然单向 I/O 访问错误将导致 OB 85 被调用，但由于上级 CPU 冗余丧失（OB72），这些信息不会被报告，OB 70（I/O 冗余丧失）也不会被调用。

11.2.4 PCS 7，Step 4:在热备 CPU 中装入新的硬件配置

初始状态

容错系统工作于单一模式下。

步骤

在 STOP 状态的热备 CPU 中装入编译过的硬件配置。

注意

在单一模式下，用户程序和连接配置不能超载。

结果

热备 CPU 中新硬件配置仍然没有对当前的系统运行产生影响。

11.2.5 PCS 7，Step 5:切换到已修正组态后的 CPU

初始状态

修改过的硬件配置被装入热备 CPU 中。

过程

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中点击 Toggle（切换）按钮。
3. 在“Toggle（切换）”对话框中，选择选项“with modified configuration”并点击 Toggle（切换）按钮。
4. 点击 OK 按钮确认。

结果

热备 CPU 进行链接和更新（见第 6 章），并成为主 CPU。前主 CPU 转为 STOP 模式，容错系统在新的配置下运行于单一模式。

I/O 行为

I/O的类型	前主CPU的单向I/O	新的主CPU的单向I/O	切换式I/O
新添加的I/O模板	不能被前主CPU访问	被新主 CPU 组态和更新。 驱动模块还没有被提供，发生的任何操作和诊断中断都能被识别，但不会被报告。	
继续存在的I/O模板	不再被前主CPU寻址 输出模板输出配置的替代值或保持值	被新主CPU重新参数化和更新[1]	没有被中断，继续运行
新添加的DP站	不能被前主CPU访问	关于添加的I/O模板（见上面内容）	

1）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断，主 CPU 不发生切换。容错系统仍然处于前主 CPU 的控制下，运行于单一模式，随后在一定条件下试图进行主 CPU 的切换。更详细的情况参考 6.3 节。

11.2.6 PCS 7，Step 6:转换到冗余系统模式

初始状态

容错系统在新硬件配置下以单一模式工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，并点击 Restart（暖启动）按钮。

结果

热备 CPU 重新链接和更新。带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

I/O 行为

I/O的类型	热备CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	切换式I/O
新添加的I/O模板	被新主 CPU 组态和更新。驱动模块还没有被提供，发生的任何中断都不会被报告。	被主CPU更新。 驱动模块还没有被提供，发生的任何操作和诊断中断都能被识别，但不会被报告。	
继续存在的I/O模板	被新主CPU重新参数化和更新[1]	没有被中断，继续运行	
新添加的DP站	关于添加的I/O模板（见上面内容）	驱动模块还没有被提供，发生的任何中断都不会被报告。	

1）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断。容错系统仍然在前主 CPU 的控制下，运行于单 CPU 工作模式，此后在一定条件下试图进行重新连接和更新。更详细的情况参考 6.3 节。

11.2.7 PCS 7，Step 7：更改和导入用户程序

初始状态

带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

小心

在冗余系统模式下，不能进行以下的程序修改，否则会导致系统停止运行（两个 CPU 都处于 STOP 模式）：

- FB 接口和 FB 实例数据的结构更改
- 全局 DB 的结构更改
- CFC 用户程序的压缩

由于进行了修改，全部用户程序要被重新编译或导入。在此之前，参数值必须被重新读入 CFC 中，否则，对于块参数所做的修改可能会丢失。更详细的情况可以参见手册 “用于 S7 的 CFC 连续功能图”。

过程

1. 进行所有与增加的硬件相关的程序的修改。可以添加以下内容：
   - CFC和SFC图
   - 现存图的块
   - 连接参数设置

2. 为添加的通道驱动设置参数值，并把它们和新指定的图标联系起来（见第 11.2.2 节）。
3. 在 SIMATIC 管理器中，选择图形文件夹，并选择菜单命令 Extras > Charts > Generate module drivers。
4. 只编译图中修改了的部分并把它们装入 PLC 中。

注意

直到第一个 FC 被调用，FC 的线圈值才会确定。在 FC 输出的连接过程中应考虑到这一点。

---

5. 新添的硬件连接的两端都要进行配置，并将配置装入 PLC 中。

结果

容错系统工作在冗余系统模式下，控制着装有用户程序的全部系统硬件。

11.2.8 在 PCS 7 中增添接口模板

只允许在去电状态添加 IM 460、IM 461 接口模板和外部 DP 主接口模板 CP443-5 扩展以及辅助的连接电缆。

必须关闭整个子系统的电源。为了保证这不会影响到过程，当该系统处于 STOP 模式时，必须进行这一操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置（见第 11.2.2 节）
2. 停止热备 CPU（见第 11.2.3 节）
3. 将新的硬件配置下载到热备 CPU 中（见第 11.2.4 节）
4. 如果想添加到现有热备 CPU 的子系统中，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 将新的 IM460 插入中央控制器中，并建立与新扩展单元的链接。
     或
   - 在现有线路中添加一个新的扩展单元。
     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 重新打开热备子系统的电源。
5. 切换到已修正配置后的CPU（见第 11.2.5 节）
6. 如果想扩展原有主站 CPU 的子系统（当前处于 STOP 模式），可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源
   - 将新的 IM460 插入中央控制器中，并建立与新扩展单元的链接。
     或
   - 在现有线路中添加一个新的扩展单元。
     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 重新打开热备子系统的电源。
7. 切换到冗余系统模式（见第 11.2.6 节）
8. 修正并下载用户程序（见第 11.2.7 节）

11.3 在 PCS 7 中删除部件

初始状态

必须保证 CPU 的参数（如监控次数）适合新设计的程序，如果有必要首先要修改相应的 CPU 参数（见 11.6 节）。

被删除的模板和有关的传感器和调节器对于控制过程不再起作用，容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

在 PCS 7 的容错系统中删除硬件的操作步骤列在下表。每一操作步骤将在具体小节中详述。

步骤	操作	参考章节
I	硬件配置的离线修改	11.3.1
II	更改和导入用户程序	11.3.2
III	停止热备CPU的运行	11.3.3
IV	在热备CPU中装入新的硬件配置	11.3.4
V	切换到已修正配置后的CPU	11.3.5
VI	转换到冗余系统模式	11.3.6
VII	硬件的更改	11.3.7

例外

该系统修改步骤不能用于删除接口模板（见第 11.3.8 节）。

11.3.1 PCS 7，步骤 I：硬件配置的离线修改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 只需对与要删除的硬件有关的配置进行离线修改。同时，删除不再使用的通道图标。
2. 编译新的硬件配置，但不装入 PLC 中。

结果

修改的硬件配置在 PG/ES 中，PLC 仍然处于冗余系统模式，在原有的配置下运行。

11.3.2 PCS 7，步骤 II：更改和导入用户程序

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

小心

在冗余系统模式下，不能进行以下的程序修改，否则会导致系统停止运行（两个CPU都处于STOP模式）：

- FB 接口和 FB 实例数据的结构更改
- 全局 DB 的结构更改
- CFC 用户程序的压缩

由于进行了修改，全部用户程序要被重新编译或导入。在此之前，参数值必须被重新读入 CFC 中，否则，对于块参数所做的修改可能会丢失。更详细的情况可以参见手册“用于 S7 的 CFC 连续功能图”。

步骤

1. 只进行与删除的硬件有关的程序修改。可以删除以下部分：
   - CFC和SFC图
   - 现存图的块
   - 通道驱动程序，连接与参数设置
2. 在SIMATIC管理器中，选择图形文件夹，并选择菜单命令 Extras > Charts > Generate module drivers。
   这将删除不再需要的驱动块。
3. 只编译图中修改了的部分并把它们装入PLC中。

注意

直到第一个 FC 被调用，FC 的线圈值才会确定。在 FC 输出的连接过程中应考虑到这一点。

结果

容错系统继续工作于冗余系统模式。在 FC 输出的连接过程中应考虑到这一点。

11.3.3 PCS 7，步骤 III：停止热备 CPU 的运行

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。用户程序不再试图访问被删除的硬件。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，点击 Stop 按钮。

结果

热备 CPU 进入 STOP 模式，主 CPU 仍然保持为 RUN 模式，容错系统工作在单一模式，热备 CPU 的单向 I/O 不再能访问。

11.3.4 PCS 7，步骤 IV：在热备 CPU 中装入新的硬件配置

初始状态

容错系统工作于单一模式下。

步骤

在 STOP 状态的热备 CPU 中装入编译过的硬件配置。

> **注意**
>
> 在单一模式下，用户程序和连接配置不能超载。

结果

热备 CPU 中新硬件配置仍然没有对当前的系统运行产生影响。

11.3.5 PCS 7，步骤 V：切换到已修正组态后的 CPU

初始状态

修改过的硬件配置被装入热备 CPU 中。

过程

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中点击 Toggle（切换）按钮。
3. 在“Toggle（切换）”对话框中，选择选项“with modified configuration”并点击 Toggle（切换）按钮。
4. 点击 OK 按钮确认。

结果

热备 CPU 进行链接和更新（见第 6 章），并成为主 CPU。前主 CPU 转为 STOP 模式，容错系统在新的配置下运行于单一模式。

I/O 行为

I/O的类型	前主CPU的单向I/O	新的主CPU的单向I/O	切换式I/O
被删除的I/O模板[1)]	不再被前主CPU寻址驱动程序块不再存在。		
继续存在的I/O模板	不再被前主CPU寻址 输出模板输出配置的替代值或保持值	被新主CPU重新参数化和更新[2)]	没有被中断，继续运行
被删除的DP站	与删除的I/O模板相同:（见上面）		

1） 在硬件配置中不再保存它的有关硬件配置，但仍然接通。

2） 另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断，主 CPU 不发生切换。容错系统仍然处于前主 CPU 的控制下，运行于单一模式，随后在一定条件下试图进行主 CPU 的切换。更详细的情况参考 6.3 节。

11.3.6 PCS 7，Step VI:转换到冗余系统模式

初始状态

容错系统在新硬件配置下以单一模式工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，并点击 Restart（暖启动）按钮。

结果

热备 CPU 重新链接和更新。带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

I/O 行为

I/O的类型	热备CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	切换式I/O
被删除的I/O模板1）	不再被前主CPU寻址驱动程序块不再存在。		
继续存在的I/O模板	被新主CPU重新参数化和更新2）	没有被中断，继续运行	
被删除的DP站	与删除的I/O模板相同:（见上面）		

1）在硬件配置中不再保存它的有关硬件配置，但仍然接通。

2）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替被配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断。容错系统仍然在前主 CPU 的控制下，运行于单 CPU 工作模式，此后在一定条件下试图进行重新连接和更新。更详细的情况参考 6.3 节。

11.3.7 PCS 7，步骤 VII：硬件的更改

初始状态

带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

过程

1. 断开与被删除的硬件相连的所有传感器和调节器之间的连接。
2. 拔出机架不再需要的单向 I/O 模板。
3. 拔出模块化 DP 站不再需要部件。
4. 去掉 DP 主站不再需要的 DP 站。

注意

切换式 I/O：在开始冗余 DP 主站新线路的配置的修改之前，应先完成当前线路上所有的配置的修改。

结果

拔出已从配置中删除的模板对用户的应用程序没有任何影响。这也同样适用于删除 DP 站。

容错系统继续工作于冗余系统模式。

11.3.8 在 PCS 7 中删除接口模板

只允许在去电状态删除 IM 460、IM 461 接口模板和外部 DP 主接口模板 CP443-5 扩展以及辅助的连接电缆。

必须关闭整个子系统的电源。为了保证这不会影响到过程，当该系统处于 STOP 模式时，必须进行这一操作。

步骤

1. 脱机更改硬件配置（见第 11.3.1 节）
2. 修正并下载用户程序（见第 11.3.2 节）
3. 停止热备 CPU（见第 11.3.3 节）
4. 将新的硬件配置下载到热备 CPU 中（见第 11.3.4 节）
5. 如果想从现有热备 CPU 的子系统中删除一个接口模板，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 从中央控制器中拔下 IM460。
     或
   - 从现有线路中删除一个扩展单元。
     或
   - 删除一个外部 DP 主站接口。
   - 重新打开热备子系统的电源。
6. 切换到已修正配置后的 CPU（见第 11.3.5 节）
7. 如果想从原有主站 CPU 的子系统（当前处于 STOP 模式）中删除一个接口模板，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 从中央控制器中拔下 IM460。
     或
   - 从现有线路中删除一个扩展单元。
     或
   - 删除一个外部 DP 主站接口。
   - 重新打开热备子系统的电源。
8. 切换到冗余系统模式（见第 11.3.6 节）

11.4 在 STEP7 中增添部件

初始状态

必须保证 CPU 的参数（如监控次数）适合新设计的程序，如果有必要首先要修改相应的 CPU 参数（见 11.6 节）。

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

在 STEP 7 的容错系统中添加硬件的操作步骤列在下表，每一步骤的细节分述在各小节中。

步骤	操作	参考章节
1	硬件的更改	11.4.1
2	硬件配置的离线修改	11.4.2
3	扩展和装入组织块	11.4.3
4	停止热备CPU的运行	11.4.4
5	在热备CPU中装入新的硬件配置	11.4.5
6	切换到已修正配置后的CPU	11.4.6
7	转换到冗余系统模式	11.4.7
8	更改和导入用户程序	11.4.8

例外

该系统修改步骤不适用于以下情况：

- 现存模板空闲通道的使用
- 添加接口模板时（见第 11.4.9 节）

11.4.1 STEP 7，步骤 1：硬件的更改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 在系统中添加新的硬件。
   - 将新的中央模板插入机架中。
   - 将新的模板插入现存的模块化的 DP 站中
   - 在现存的 DP 主站中添加新的 DP 站。

注意

切换式 I/O：在开始冗余 DP 主站新线路的配置的修改之前，应先完成当前线路上所有的配置的修改。

---

2. 在新的部件上连接所需的传感器和执行器。

结果

插入一个没有配置的模板对于用户程序没有影响。这同样适用于添加 DP 站。
容错系统继续工作于冗余系统模式。

新的部件还不能被访问。

11.4.2 STEP 7，步骤 2：硬件配置的离线修改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。新添加的模板还不能被访问。

过程

1. 对于添加的硬件完成所有配置的离线修改。
2. 编译新的硬件配置，但不装入 PLC 中。

结果

修改后的硬件配置在 PG 中。PLC 仍然处于冗余系统模式，在原有的配置下运行。

配置连接

在硬件配置完成后，对于新添的硬件连接的两端都要进行配置。

11.4.3 STEP 7，步骤 3：扩展和装入组织块

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 确保来自新添加部件的中断 OB 4X，82，83，85，86 和 122 可以正确响应。
2. 将修改后的 OB 和有关的程序段装入 PLC。

结果

容错系统工作于冗余系统模式下。

11.4.4 STEP 7，步骤 4：停止热备 CPU 的运行

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，点击 Stop 按钮。

结果

热备 CPU 进入 STOP 模式，主 CPU 仍然保持为 RUN 模式，容错系统工作在单一模式，热备 CPU 的单向 I/O 不再能访问。由于上级 CPU 冗余丧失（OB72），OB 70（I/O 冗余丧失）不会被调用。

11.4.5 STEP 7，步骤 5：在热备 CPU 中装入新的硬件配置

初始状态

容错系统工作于单一模式下。

步骤

在 STOP 状态的热备 CPU 中装入编译过的硬件配置。

注意

在单一模式下，用户程序和连接配置不能超载。

结果

热备 CPU 中新硬件配置仍然没有对当前的系统运行产生影响。

11.4.6 STEP 7，步骤 6：切换到已修正组态后的 CPU

初始状态

修改过的硬件配置被装入热备 CPU 中。

过程

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中点击 Toggle（切换）按钮。
3. 在“Toggle（切换）”对话框中，选择选项“with modified configuration”并点击 Toggle（切换）按钮。
4. 点击 OK 按钮确认。

结果

热备 CPU 进行链接和更新，并成为主 CPU。前主 CPU 转为 STOP 模式，容错系统在新的配置下运行于单一模式。

I/O 行为

<table>
<tr><th>I/O的类型</th><th>前主CPU的单向I/O</th><th>新的主CPU的单向I/O</th><th>切换式I/O</th></tr>
<tr><td>新添加的I/O模板</td><td>不能被前主CPU访问</td><td colspan="2">被新主 CPU 组态和更新。
输出模板简单地输出配置好的替代值</td></tr>
<tr><td>继续存在的I/O模板</td><td>不再被前主CPU寻址
输出模板输出配置的替代值或保持值</td><td>被新主CPU重新参数化和更新[1)]</td><td>没有被中断，继续运行</td></tr>
<tr><td>新添加的DP站</td><td>不能被前主CPU访问</td><td colspan="2">关于添加的I/O模板（见上面内容）</td></tr>
</table>

1）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替被配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断，主 CPU 不发生切换。容错系统仍然处于前主 CPU 的控制下，运行于单一模式，随后在一定条件下试图进行主 CPU 的切换。更详细的情况参考 6.3 节。

11.4.7 STEP 7，步骤 7：转换到冗余系统模式

初始状态

容错系统在新硬件配置下以单一模式工作。

过程

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，并点击 Restart（暖启动）按钮。

结果

热备 CPU 重新链接和更新。带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

I/O 行为

I/O的类型	热备CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	切换式I/O
新添加的I/O模板	被新主 CPU 组态和更新。输出模板简单地输出配置好的替代值	被主CPU更新。	被主CPU更新。产生插入中断；必然在OB 83中被忽略
继续存在的I/O模板	被新主CPU重新参数化和更新[1)]	没有被中断，继续运行	
新添加的DP站	关于添加的I/O模板（见上面内容）	被主CPU更新。	

1）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断。容错系统仍然在前主 CPU 的控制下，运行于单 CPU 工作模式，此后在一定条件下试图进行重新连接和更新。更详细的情况参考 6.3 节。

11.4.8 STEP 7，步骤 8：更改和导入用户程序

初始状态

带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

限制

小心

在冗余系统模式下，不能对 FB 接口和 FB 实例数据的结构进行更改，否则，会导致系统停止运行（两个 CPU 都处于 STOP 模式）：

步骤

1. 进行所有与增加的硬件相关的程序的修改。

   可以添加、修改、或删除 OB、FB、FC、DB 等。

2. 仅将修改的程序装入 PLC 中。
3. 新添的硬件连接的两端都要进行配置，并将配置装入 PLC 中。

结果

容错系统工作在冗余系统模式下，控制着装有用户程序的全部系统硬件。

11.4.9 在 STEP 7 中增添接口模板

只允许在去电状态添加 IM 460、IM 461 接口模板和外部 DP 主接口模板 CP443-5 扩展以及辅助的连接电缆。

必须关闭整个子系统的电源。为了保证这不会影响到过程，当该系统处于 STOP 模式时，必须进行这一操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置（见第 11.4.2 节）
2. 添加并下载用户程序（见第 11.4.3 节）
3. 停止热备 CPU（见第 11.4.4 节）
4. 将新的硬件配置下载到热备 CPU 中（见第 11.4.5 节）
5. 如果想添加到现有热备 CPU 的子系统中，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 将新的 IM460 插入中央控制器中，并建立与新扩展单元的链接。
     或
   - 在现有线路中添加一个新的扩展单元。
     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 重新打开热备子系统的电源。
6. 切换到已修正配置后的 CPU（见第 11.4.6 节）
7. 如果想扩展原有主站 CPU 的子系统（当前处于 STOP 模式），可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 将新的 IM460 插入中央控制器中，并建立与新扩展单元的链接。
     或
   - 在现有线路中添加一个新的扩展单元。
     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 重新打开热备子系统的电源。
8. 切换到冗余系统模式（见第 11.4.7 节）
9. 修正并下载用户程序（见第 11.4.8 节）

11.5 在 STEP7 中删除部件

初始状态

必须保证 CPU 的参数（如监控次数）适合新设计的程序，如果有必要首先要修改相应的 CPU 参数（见 11.6 节）。

被删除的模板和有关的传感器和调节器对于控制过程不再起作用，容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

在 STEP 7 的容错系统中删除硬件的操作步骤列在下表，每一步骤的细节分述在各小节中。

步骤	操作	参考章节
I	硬件配置的离线修改	11.5.1
II	更改和导入用户程序	11.5.2
III	停止热备CPU的运行	11.5.3
IV	在热备CPU中装入新的硬件配置	11.5.4
V	切换到已修正配置后的CPU	11.5.5
VI	转换到冗余系统模式	11.5.6
VII	硬件的更改	11.5.7
VIII	修改和装入组织块	11.5.8

例外

该系统修改步骤不能用于删除接口模板（见第 11.5.9 节）。

11.5.1 STEP 7，步骤 I：硬件配置的离线修改

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

1. 离线修改与要删除的硬件有关的所有配置。
2. 编译新的硬件配置，但不装入 PLC 中。

结果

修改后的硬件配置在 PG 中。PLC 仍然处于冗余系统模式，在原有的配置下运行。

11.5.2 STET 7，步骤 II：更改和导入用户程序

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

限制

> ⚠ **小心**
>
> 在冗余系统模式下，不能对 FB 接口和 FB 实例数据的结构进行更改，否则，会导致系统停止运行（两个 CPU 都处于 STOP 模式）：

步骤

1. 只进行与删除的硬件有关的程序修改。
   可以添加、修改、或删除 OB、FB、FC、DB 等。
2. 仅将修改的程序装入 PLC 中。

结果

容错系统继续工作于冗余系统模式。在 FC 输出的连接过程中应考虑到这一点。

11.5.3 STEP 7，步骤 III：停止热备 CPU 的运行

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。用户程序不再试图访问被删除的硬件。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，点击 Stop 按钮。

结果

热备 CPU 进入 STOP 模式，主 CPU 仍然保持为 RUN 模式，容错系统工作在单一模式，热备 CPU 的单向 I/O 不再能访问。

11.5.4 STEP 7，步骤 IV：在热备 CPU 中装入新的硬件配置

初始状态

容错系统工作于单一模式下。

过程

在 STOP 状态的热备 CPU 中装入编译过的硬件配置。

注意

在单一模式下，用户程序和连接配置不能超载。

结果

热备 CPU 中新硬件配置仍然没有对当前的系统运行产生影响。

11.5.5 STEP 7，步骤 V：切换到已修正组态后的 CPU

初始状态

修改过的硬件配置被装入热备 CPU 中。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC> Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中点击 Toggle（切换）按钮。
3. 在“Toggle（切换）”对话框中，选择选项“with modified configuration”并点击 Toggle（切换）按钮。
4. 点击 OK 按钮确认。

结果

热备 CPU 进行链接和更新（见第 6 章），并成为主 CPU。前主 CPU 转为 STOP 模式，容错系统在新的配置下运行于单一模式。

I/O 行为

I/O的类型	前主CPU的单向I/O	新的主CPU的单向I/O	切换式I/O
被删除的I/O模板[1)]	不再被前主CPU寻址		
继续存在的I/O模板	不再被前主CPU寻址 输出模板输出配置的替代值或保持值	被新主CPU重新参数化和更新[2)]	没有被中断，继续运行
被删除的DP站	与删除的I/O模板相同: （见上面）		

1) 在硬件配置中不再保存它的有关硬件配置，但仍然接通。
2) 另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替被配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断，主 CPU 不发生切换。容错系统仍然处于前主 CPU 的控制下，运行于单一模式，随后在一定条件下试图进行主 CPU 的切换。更详细的情况参考 6.3 节。

11.5.6 STEP7，步骤 VI：转换到冗余系统模式

初始状态

容错系统工作在新（受约束）硬件配置下的单一模式。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，并点击 Restart（暖启动）按钮。

结果

热备 CPU 重新链接和更新。容错系统工作于冗余系统模式下。

I/O 行为

I/O的类型	热备CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	切换式I/O
被删除的I/O模板[1)]	不再被前主CPU寻址		
继续存在的I/O模板	被新主CPU重新参数化和更新[2)]	没有被中断，继续运行	
被删除的DP站	与删除的I/O模板相同:（见上面）		

1) 在硬件配置中不再保存它的有关硬件配置，但仍然接通。

2) 另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出 0（代替被配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断。容错系统仍然在前主 CPU 的控制下，运行于单 CPU 工作模式，此后在一定条件下试图进行重新连接和更新。更详细的情况参考 6.3 节。

11.5.7 STEP 7，步骤 VII：硬件的更改

初始状态

带有新硬件配置的容错系统在冗余系统模式下工作。

过程

1. 断开与被删除的硬件相连的所有传感器和调节器之间的连接。
2. 从站中删除不想要的硬件。
   - 从机架上拔出中央模板
   - 从模块化 DP 站拔出模板
   - 从 DP 主站去掉 DP 站。

注意

切换式 I/O：在开始冗余 DP 主站新线路的配置的修改之前，应先完成当前线路上所有的配置的修改。

结果

拔出已从配置中删除的模板对用户的应用程序没有任何影响。这也同样适用于删除 DP 站。

容错系统继续工作于冗余系统模式。

11.5.8 STEP 7，步骤 VIII：修改和装入组织块

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

1. 确定中断 OB 4x 和 82 不再响应来自被删除的模板的中断。
2. 将修改后的 OB 和有关的程序段装入 PLC。

结果

容错系统工作于冗余系统模式下。

11.5.9 在 STEP 7 中删除接口模板

只允许在去电状态删除 IM 460、IM 461 接口模板和外部 DP 主接口模板 CP443-5 扩展以及辅助的连接电缆。

必须关闭整个子系统的电源。为了保证这不会影响到过程，当该系统处于 STOP 模式时，必须进行这一操作。

步骤

1. 脱机更改硬件配置（见第 11.5.1 节）
2. 修正并下载用户程序（见第 11.5.2 节）
3. 停止热备 CPU（见第 11.5.3 节）
4. 将新的硬件配置下载到热备 CPU 中（见第 11.5.4 节）
5. 如果想从现有热备 CPU 的子系统中删除一个接口模板，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。
   - 从中央控制器中拔下 IM460。
     或
   - 从现有线路中删除一个扩展单元。
     或
   - 删除一个外部 DP 主站接口。
   - 重新打开热备子系统的电源。
6. 切换到已修正配置后的 CPU（见第 11.5.5 节）
7. 如果想从原有主站 CPU 的子系统（当前处于 STOP 模式）中删除一个接口模板，可按以下步骤进行：
   - 关闭热备子系统的电源。

- 从中央控制器中拔下 IM460。
  或
- 从现有线路中删除一个扩展单元。
  或
- 删除一个外部 DP 主站接口。
- 重新打开热备子系统的电源。

8. 切换到冗余系统模式（见第 11.5.6 节）
9. 修正并下载用户程序（见第 11.5.8 节）

11.6 修改 CPU 的参数

只有某些 CPU 参数（对象属性）可以在运行中修改，它们在屏幕上用蓝色的字体表示（如果用户将控制面板上对话框文本设为蓝色，可修改的参数将表现为黑色）。

注意

如果修改了不能修改的参数，这些参数不会被自动传送给相应的 CPU。此时，在诊断缓冲区里将会有一个 W#16#5966 事件。你必须将组态中以前的有效值赋值给没有正确修正的参数。

表 11-1 可修改的 CPU 参数

标识	可修改的参数
Startup（启动）	模块信号准备好监视时间
	传输参数值给模块监视时间
扫描周期/时钟	扫描周期监视时间
	因通讯而进行的循环装入周期
	输入的处理图象的大小
	输出的处理图象的大小
存储器	本地数据（针对不同优先级类别）
	通讯资源：最大的通讯任务数（只允许在以前设置的值的基础上增加）
日时钟中断（每一个日时钟中断OB）	“激活”复选框
	“执行”列表框
	开始日期
	时间
监视器中断（每一个监视器中断OB）	执行
	相位偏移
诊断/时钟	修正因子
安全	保护级别和密码
容错参数	测试扫描周期时间
	最大扫描周期时间扩展
	最大通讯时间延迟
	优先级>15的最大保持时间
	最小I/O保持时间

所选择的值既要适合用户当前程序，也要适合用户将来的程序。

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

更改容错系统的 CPU 参数的操作步骤列于下表，每一步骤的细节分述在各小节中。

步骤	操作	参考章节
A	离线修改CPU参数	11.6.1
B	停止热备CPU的运行	11.6.2
C	在热备CPU中装入修改过的CPU参数	11.6.3
D	切换到已修正配置后的CPU	11.6.4
E	转换到冗余系统模式	11.6.5

11.6.1 步骤 A：离线修改 CPU 参数

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

过程

1. 在硬件配置中离线修改所要改变的 CPU 的属性。
2. 编译新的硬件配置，但不装入 PLC 中。

结果

修改的硬件配置在 PG/ES 中，PLC 仍然处于冗余系统模式，在原有的配置下运行。

11.6.2 步骤 B：停止热备 CPU 的运行

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，点击 Stop 按钮。

结果

热备 CPU 进入 STOP 模式，主 CPU 仍然保持为 RUN 模式，容错系统工作在单一模式，热备 CPU 的单向 I/O 不再能访问。

11.6.3 步骤 C：在热备 CPU 中装入修改过的 CPU 参数

初始状态

容错系统工作于单一模式下。

过程

在 STOP 状态的热备 CPU 中装入编译过的硬件配置。

注意

在单一模式下，用户程序和连接配置不能超载。

结果

在新硬件配置中已修改的 CPU 参数并未对正在进行的操作产生影响。

11.6.4 步骤 D：切换到已修正组态后的 CPU

初始状态

修改过的硬件配置被装入热备 CPU 中。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中点击 Toggle（切换）按钮。
3. 在“Toggle（切换）”对话框中，选择选项“with modified configuration”并点击 Toggle（切换）按钮。
4. 点击 OK 按钮确认。

结果

热备 CPU 进行链接和更新，并成为主 CPU。前主 CPU 转为 STOP 模式，容错系统在新的配置下运行于单一模式。

I/O 行为

I/O的类型	前主CPU的单向I/O	新的主CPU的单向I/O	切换式I/O
I/O模板	不再被前主CPU寻址 输出模板输出配置的替代值或保持值	被新主CPU重新参数化和更新1）	没有被中断，继续运行

1）另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替被配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断，主 CPU 不发生切换。容错系统仍然处于前主 CPU 的控制下，运行于单一模式，随后在一定条件下试图进行主 CPU 的切换。更详细的情况参考 6.3 节。

如果在两个 CPU 中监视时间不一样，那么总是采用较高的值。

11.6.5 步骤 E：转换到冗余系统模式

初始状态

容错系统工作在新硬件配置下的单一模式。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统中的一个 CPU，再选择菜单命令 PLC>Operating Mode。
2. 在“Operating Mode（运行模式）”对话框中，选择热备 CPU，并点击 Restart（暖启动）按钮。

结果

热备 CPU 重新链接和更新。容错系统工作于冗余系统模式下。

I/O 行为

I/O的类型	热备CPU的单向I/O	主CPU的单向I/O	切换式I/O
I/O模板	被新主CPU重新参数化和更新1)	没有被中断，继续运行	

1） 另外，中央模板先被复位。输出模板在此过程中输出0（代替配置的替代值和保持值）。

监视时间超时后的响应

如果某个监视时间超过配置的最大值，更新被中断。容错系统仍然在前主 CPU 的控制下，运行于单 CPU 工作模式，此后在一定条件下试图进行重新连接和更新。更详细的情况参考 6.3 节。

如果在两个 CPU 中监视时间不一样，那么总是采用较高的值。

11.7 更改 CPU 的存储部件

只有两个 CPU 具有同样的 CPU 存储器，才能在冗余系统模式下工作。为此必须满足以下条件：

- 两个 CPU 的主存储器必须具有同样大小
- 两个 CPU 的装载存储器必须具有同样大小和同样类型（RAM 或 FLASH）

CPU 的存储器可以在运行过程中进行更改，在 S7-400H 中可以进行以下修改：

- 扩展主存储器或者装载存储器
- 更改装载存储器的类型

11.7.1 扩展主存储器和/或装载存储器

存储器扩展有以下方法：

- 插入另外的或更大的存储器模块来扩充主存储器。
- 插入与现存的存储器卡型号一样但存储容量更大的存储器卡来代替从前的存储器卡进而扩充装载存储器。
- 如果以前没有插入存储器卡则可以插入一块 RAM 卡来扩充装载存储器。

如果存储器类型发生更改，全部用户程序将在链接状态下从主 CPU 拷贝入热备 CPU（见第 6.2.1 节）。

限制

扩展装载存储器只有在使用 RAM 卡时才有意义，因为只有这时，用户程序才能在链接状态下被装入热备 CPU 的装载存储器。

原则上，也可以采用 FLASH 卡的形式扩充装载存储器。但此时，需要用户自己将全部的用户程序和硬件配置装入新的 FLASH 卡（见第 11.7.2 节）。

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

步骤

按要求的顺序完成以下步骤：

步骤	操作	系统的反应
1	用PG将热备CPU转为STOP模式	系统工作在单一模式下
2	如果要扩充主存储器： A 关闭热备CPU的电源 B 从中央控制器（CC）中拔下热备的CPU C 按安装手册S7-400，M7-400可编程控制器中的硬件和安装部分的描述装上选取的存储器模块。 D 重新将CPU插回到中央控制器上 E 重新进行同步链接，将热备CPU操作转换开关切换到RUN 或RUN-P。 F 接通备用CPU的电源	这段时间子系统停止运行
3	如果是要扩充装载存储器：从CPU上拔出现存的存储器卡，换上同样型号（存储量更大一些）的存储器卡。	热备CPU要求复位
4	用PB复位热备CPU	-
5	通过菜单命令启动热备CPU：PLC > Mode > Switch to CPU with... expanded memory configuration.	• 热备CPU进行链接和更新，并成为主CPU。 • 以前的主CPU进入STOP模式。 • 系统工作在单一模式下。
6	关闭第二个CPU的电源	子系统被终止
7	修改第二个CPU的存储器部件，方法同第一个CPU的步骤2到4。	-
8	用编程器启动第二个CPU。	• 第二个CPU被链接和更新。 • 系统重新工作在冗余系统模式下。

11.7.2 更改装载存储器的类型

以下类型的存储卡可以作为装载存储器：

- 用于测试和试运行阶段的 RAM 卡
- 永久存储了最终用户程序的 FLASH 卡

新的存储器的大小在此不考虑。

进行上述存储器类型的修改后，只有用户程序仍然保持不变的块从主 CPU 传输到热备 CPU 上（见第 6.2.3 节）。

需要用户将全部的用户应用程序装入新的装载存储器中。

初始状态

容错系统工作于冗余系统模式下。

作为结构化的 STEP 7 项目，当前用户程序的各种状态值可以从 PG/ED 中得到。

小心

在此你不能使用从 PLC 中装入的用户程序。

不能从 STL 源程序重新编译用户程序，因为此时所有块都被加上了一个新的时间戳。当进行主/从 CPU 转换时，块的内容不会被拷贝。

步骤

按要求的顺序完成以下步骤：

步骤	操作	系统的反应
1	用PG将热备CPU转为STOP模式	系统工作在单一模式下
2	从热备CPU上拔出现存的存储器卡，插入所需类型的存储器卡。	热备CPU要求复位
3	用PB复位热备CPU	-
4	将用户程序和硬件配置装入热备CPU	-
5	通过以下模式启动热备CPU：选择菜单命令PLC > Mode > Switch to CPU with... modified configuration	• 热备CPU进行链接和更新，并成为主CPU。 • 以前的主CPU进入STOP模式。 • 系统工作在单一模式下。
6	修改第二个CPU的存储器，方法同第一个CPU的步骤2中所述。	-
7	将用户程序和硬件配置装入第二个CPU	-
8	用编程器启动第二个CPU。	• 第二个CPU被链接和更新。 • 系统重新工作在冗余系统模式下。

注意

如果要更换为 FLASH 卡，可以事先装入用户程序和硬件配置，此时，可以忽略步骤 4 到 7。

但是，在两个 CPU 中的存储器卡必须用同样的方法装入，改变装入存储卡中块的顺序将会导致链接的取消。

写入 H 系统中的 FLASH 卡

你可以在 RUN 模式下写入 H 系统中的 FLASH 卡，不必停止 H 系统。为此，硬件配置的在线数据和 CPU 中的用户程序必须与工程站中的相应离线数据一致。

按如下进行：

1. 将热备 CPU 转为 STOP 模式，并将 FLASH 卡插入 CPU 中。
2. 使用 STEP 7，在 CPU 中进行存储器复位。
3. 使用 STEP 7 下载硬件配置。
4. 使用 STEP 7 命令“Download User Program to Memory Card（下载用户程序到存储卡）”，下载程序数据。注意：确保在选择对话框中选择了正确的 CPU。
5. 使用“Operating Mode（运行模式）”对话框，切换为已修改配置的 CPU。进行主-热备 CPU 转换；带有 Flash 卡的 CPU 不能作为主 CPU。热备 CPU 处于“STOP”状态
6. 将 Flash 卡插入处于“STOP”模式的 CPU 中。使用 STEP 7，在 CPU 中进行存储器复位。
7. 进行步骤 4：使用 STEP 7 命令“Download User Program to Memory Card（下载用户程序到存储卡）”，下载程序数据。注意：确保在选择对话框中选择了正确的 CPU。
8. 使用“Operating Mode（运行模式）”对话框，暖启动热备 CPU。系统现在进入冗余系统工作模式。

在从一个 H 系统中删除 FLASH 卡时，也适用上述在线和离线数据的一致性。另外，可用 RAM 不能低于 STEP 7 程序的实际大小（STEP7 Program > Block Container > Properties“Blocks”)。

1. 将热备 CPU 转为 STOP 模式，并删除 FLASH 卡。根据需要，检查 RAM 配置。
2. 使用 STEP 7，在 CPU 中进行存储器复位。
3. 使用 STEP 7，下载块文件夹。
4. 使用“Operating Mode（运行模式）”对话框，切换为已修改配置的 CPU。
5. 从处于“STOP”状态的 CPU 中删除 Flash 卡。根据需要，检查 RAM 配置，并进行 CPU 存储器复位。
6. 使用“Operating Mode（运行模式）”对话框，暖启动热备 CPU。系统现在进入冗余系统工作模式。

12　同步模板

本章一览

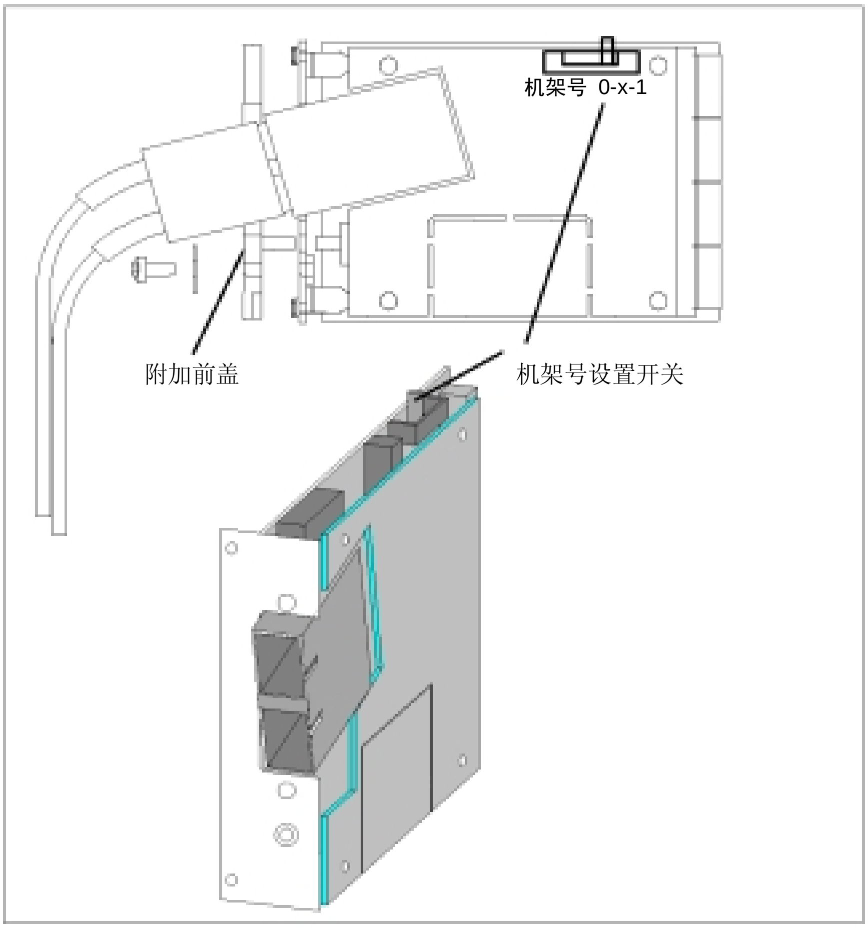
12.1 S7-400H 的同步模板

同步模板的功能

同步模板用于两个带有两个通道的冗余 S7-400H CPU 之间的端到端通讯。对于 1OO2 容错系统，每个 CPU 需要两个同步模板。同步模板可以通过光纤电缆成对连接。

通电后也可以更换同步模板。这支持 H 系统的修理行为，和跟踪冗余连接的故障，不必使设备停机。

机械配置



小心

同步模板中包含有一个激光系统，属于标准 IEC 60825-1 一类激光产品。请仔细阅读其使用手册，以正确使用该模板，并妥善保存。如果遇到相关问题，请与附近的西门子维修中心联系。外壳必须密闭，以防止直接接触激光射线。



热插拔

在将同步模板拔出或插入电源时，必须关闭电源。同步模板有一个附加前盖，在拔出模板之前，必须旋开。在旋出前盖后，同步模板将与电源断开，然后可以将它拔出。在插入同步模板之后，只有在旋回前盖后，才能连接电源。

注意

在旋出同步模板时或对于冗余模式系统中的光纤电缆，备用 CPU 将进入 STOP 状态。主 CPU 仍处于 RUN 状态。

设置机架号

为了区分两个子系统，CPU 必须输出机架号。一个 CPU 的机架号为 0，另一个 CPU 的机架号为 1。为了设置同步模板的机架号，在模板中有一个微型滑动开关，并有 3 个挡位。在通电和手动存储器复位期间可以适用机架号。

通讯对方模板必须具有不同的挡位，以便 CPU 正确启动，这就意味着同步模板必须具有机架号 0，另一个必须为机架号 1。CPU 中的两个同步模板必须具有相同的机架号。

开关位置	含义
	CPU 具有机架号 1
	CPU 没有分配机架号
	CPU 具有机架号 0

连接两个同步模板的光纤电缆

长度	订货号
1M	6ES7960-1AA00-5AA0
2M	6ES7960-1AA00-5BA0
10M	6ES7960-1AA00-5KA0

改变 H CPU 的运行模式

更改 H CPU 的运行模式，根据所期望的运行模式以及 CPU 的模板机架号，可如下进行：

从冗余模式改为单一模式

1. 移出接口模板。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为单一模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 0

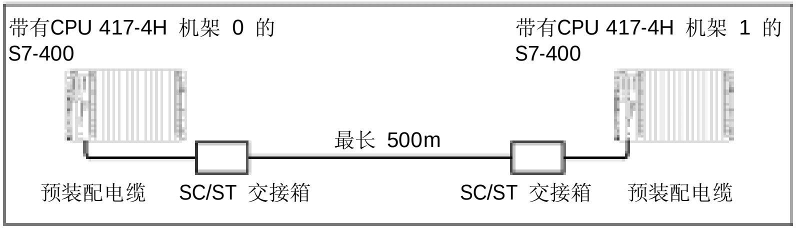
1. 连接机架号 0 的同步模板组。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 1

1. 连接机架号 1 的同步模板组。
2. 无热备通电，即取出然后插入 CPU。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

最大光缆长度为 500m

使用光纤电缆可以成对连接同步模板，对于第二代产品，电缆长度最长为 500m。



注意以下几点：

- 如果一起使用第一代和第二代同步模板，电缆长度最长为 10m。
- 如果光纤电缆长于 10m，应确保模板具有足够的强度。
- 应遵守规定的光纤电缆使用环境条件（弯曲半径，压力，温度...）
- 注意光纤电缆的技术参数（衰减，带宽...）

在贮存不使用的模板时，必须使用绝缘插头密封光纤电缆接口，以保护光纤（绝缘插头随同步模板一起供货）。

技术参数

技术参数	
电源电压	从 CPU 供电
电流消耗	0.6 A
模板 ID 号	85_H
功率损失	3 W
外形尺寸（B x H x T），[mm]	18.2 x 67 x 97
重量	0.080 kg

12.2 使用光纤敷设电缆

电缆敷设

对于建筑物、电缆导管和沟道中继中的应用，可使用户内用光纤电缆（例如用于连接同步模板）。

安装时的最大张力为 1000 N，工作时的最大张力为 150 N。

弯曲半径

在敷设电缆时，不能低于弯曲半径：

- 接近连接器：55 mm
- 其他情况：30 mm

S7-400H 同步耦合光纤电缆的敷设

另外，在敷设电缆时，应确保两根光缆的铺设应是相互分离的。分离铺设光缆可以加强其可用性，并避免可能发生的双重故障，即两条光缆同时中断。

在接通电源或系统之前，应确保光纤电缆连接到了两个 CPU，否则 CPU 会将用户程序作为主 CPU 处理。

13 技术参数

本章一览

13.1 CPU 414-4H 的技术参数；（6ES7 414-4HJ00-0AB0）

CPU 和版本	
MLFB	6ES7 414-4HJ00-0AB0
• 硬件版本	01
• 固件版本	3.1 V
相关的编程软件包	STEP7 V 5.2 或以上； S7 H 系统选件包
存储器	
工作存储器	
• 集成的	384 Kbyte 用于程序代码 384 Kbyte 用于数据
• 可扩展	无
装载存储器	
• 集成的	256 Kbyte RAM 存储卡（FLASH）
• 可扩展FEPROM	最大 64 Mbyte
• 可扩展RAM	存储卡（RAM） 最大 64 Mbyte
备份	有
• 带有电池	全部数据
• 不带电池	无
执行时间	
执行时间	
• 位操作	最小 0.1µs
• 字指令	最小 0.1µs
• 整数算术运算指令	最小 0.1µs
• 浮点数运算指令	最小 0.6µs
定时器和计数器及其记忆性能	
S7计数器	256
• 记忆性可以设置	C 0 - C 255
• 预置	C 0 - C 7
• 计数范围	1 - 999
IEC计数器	有
• 类型	SFB
S7定时器	256
• 记忆性可以设置	T 0 - T 255
• 预置	无记忆性定时器
• 定时范围	10 ms - 9990 s
IEC定时器	有
• 类型	SFB

数据区及其记忆性能	
总记忆性数据区（包括存储器标记、定时器、计数器）	总工作存储器和装载存储器（带有备用电池）
存储标记	8 Kbyte
• 记忆性可以设置	MB 0 - MB 8191
• 预设记忆性	MB 0 - MB 15
时钟存储	8 （1个存储字节）
数据块	最多4095（DB 0保留）
• 大小	最大 64 Kbyte
局域数据（可以设置）	最大 16 Kbyte
• 预置	8 Kbyte
软件块	
OB	见“指令表”
• 大小	最大 64 Kbyte
嵌套深度	
• 每优先级	24
• 一个出错OB中附加	2
FB	最大 2048
• 大小	最大 64 Kbyte
FC	最大 2048
• 大小	最大 64 Kbyte
地址区（输入/输出）	
总I/O地址区域	8 Kbyte/16 Kbyte
• 分布式	
MPI/DP 接口	2 Kbyte/2 Kbyte
DP 接口	6 Kbyte/6 Kbyte
对于每个线束同步时钟，分布式 I/O 地址区均分，即分配 OB 61 ...64。	
过程映象	8 Kbyte/16 Kbyte （可以设置）
• 预置	256 byte/256 byte
• 分区过程映象的数量	最大 8
• 一致性数据	最大244 byte
数字通道	65536/65536
• 中央分布	65536/65536
模拟通道	4096/4096
• 中央分布	4096/4096

配置	
中央机架/扩展单元	最大1/21
多计算	无
插入式接口模板的数量（总共）	最大 6
• IM 460	最大 6
• IM 463-2	最大 4，仅用于单一运行
DP主站数	
• 集成的	2
• 通过CP	最大 10
可操作功能模板和通讯处理器	
• FM，见附录E	受插槽数量和连接数量的限制
• CP 441	受连接数量的限制（最大30个）
• Profibus 和以太网CP，包括扩展型CP 443-5	最大 14

时间	
时钟	有
• 缓存	有
• 分辨率	1 ms
• 精度	
- 断电	每天偏差 1.7s
- 电源上电	每天偏差 8.6 s
运行时间计时器	8
• 数量	0 - 7
• 数值范围	0 到32767小时
• 间隔	1小时
• 保持	有
实时同步	有
• PLC，MPI 和 DP	作为主站或从站
通过以下同步时的系统日时钟差	
• 以太网	最大10ms
• MPI	最大200ms

S7 报文功能	
报文功能可以登录的站数（例如WIN CC 或SIMATIC OP）	最大 8
• 报文数量	
- 总体	最大 512
- 100 ms 间隔	最大 128
- 500 ms 间隔	最大 256
- 1000 ms 间隔	最大 512
• 每个报文附加数值的数量	
- 100 ms 间隔	最大 1
- 500，1000 ms 间隔	最大 10
与块相关的报文	有
• 同时激活的 ALARM-S/SQ 块和 ALARM-D/DQ 块	最大 100
ALARM-8 块	有
• ALARM-8 块和 S7通讯块的通讯作业数量（可以设置）	最大 600
• 预置	300
状态	有
可以同时登录的档案数量（SFB 37 AR_SEND）	16

测试和启动功能	
监视/修改标志	有
• 变量	输入、输出、存储标志、数据块、分布式I/O、定时器及计数器
• 变量数量	最大 70
强制	有
• 变量	输入、输出、存储标志、数据块、分布式I/O
• 变量数量	最大 256
状态块	有
单序	有
诊断缓冲区	有
• 输入数量	最大3200(可以设置)
• 预置	120
断点的数量	4

通讯功能	
编程器/OP通讯	有
可连接的OP数量	8个，具有报文处理功能
通过所有接口和 CP 的 S7 连接的连接资源数量	32个，其中有一个预留给PG 和 OP
S7通讯	有
● 每作业的用户数据	最大 64 Kbyte
- 一致性数据	32 byte
S5兼容通讯	可以（通过CP，最多10个，同时通过FC AG_ SEND and AG_RECV）
● 每作业的用户数据	最大 8 Kbyte
- 一致性数据	32 byte
标准通讯（FMS）	可以（通过CP和可装入的FB）
接口	
第1接口	
接口类型	集成的
物理	RS 485/Profibus
隔离	有
接口电源（15 VDC - 30 VDC）	最大 150 mA
连接源数量	MPI： 32 DP: 16
功能	
● MPI	有
● PROFIBUS DP	DP主站

MPI	
● 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
- 全局数据通讯	无
- S7基本通讯	无
– S7 通讯	有
● 传输速率	最大 12 Mbps
DP主站	
● 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
- 等距离	无
– SYNC/FREEZE	无
- 使能/去能DP从站	无
● 传输速率	最大 12 Mbps
● DP从站数	最大 32
● 地址区域	最大 2 Kbyte 输入/ 2 Kbyte 输出
● 每个DP从站的用户数据	最大 244 byte输入，最大 244 byte输出，分为 244 个插槽，每个插槽 128 byte
第2接口	
接口类型	集成的
物理	RS 485/Profibus
隔离	有
接口电源（15 VDC - 30 VDC）	最大 150 mA
连接源数量	16

功能	
• PROFIBUS DP	DP主站
DP主站	
• 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
• 传输速率	最大 12 Mbps
• DP从站数	最大 96
• 地址区域	最大 6 Kbyte 输入/6 Kbyte输出
• 每个DP从站的用户数据	最大 244 byte输入，最大 244 byte输出，分为 244 个插槽，每个插槽 128 byte
第3接口	
接口类型	插入式接口子模板（光缆）
可插入接口子模板	同步模板 IF 960（仅对于冗余模式；对于单一模式，接口为空/被覆盖）
第4接口	
接口类型	插入式接口子模板（光缆）
可插入接口子模板	同步模板 IF 960（仅对于冗余模式；对于单一模式，接口为空/被覆盖）
编程	
程序语言	LAD，FBD，STL，SCL
指令集	见“指令表”
嵌套资源	8
系统功能（SFC）	见“指令表”
同时激活的SFC数量	
• WR_REC	8
• WR_PARM	8
• PARM_MOD	1
• WR_DPARM	2
• DPNRM_DG	8
• RDSYSST	1 ... 8

系统功能块（SFB）	见“指令表”
同时激活的SFB数量	最大 8
• RD_REC	8
• WR_REC	8
用户程序保护	密码保护
在过程映象中访问一致性数据	有
尺寸	
安装尺寸（B x H xT），[mm]	50×290×219
所需槽数	2
重量	大约1.07 kg
电压，电流	
从 S7-400 总线的电流损耗（5V DC）	一般1.6 A 最大1.8 A
从 S7-400 总线的电流损耗（24 VDC） 在24 V时，CPU不消耗任何电流，只在 MPI/DP接口提供该电压。	连接到 MPI/DP接口的部件的总电流消耗，每个接口最大为 150 mA
备用电流	一般40 μ A 最大 420 μ A
CPU 外部备用电压输入电源	5 VDC - 15 VDC
功率损失	一般8 W

CPU 作为 DP 从站

CPU 不能组态为 DP 从站。

13.2 CPU 417-4H 的技术参数；（6ES7 417-4HL01-0AB0）

CPU 和版本	
MLFB	6ES7 414-4HL01-0AB0
• 硬件版本	01
• 固件版本	3.1 V
相关的编程软件包	STEP7 V 5.2 或以上； S7 H 系统选件包
存储器	
工作存储器	
• 集成的	2 Mbyte 用于程序代码 2 Mbyte 用于数据
• 可扩展	10 Mbyte 用于程序代码 10 Mbyte 用于数据
载入存储器	
• 集成的	256 Kbyte RAM
• 可扩展FEPROM	存储卡（FLASH） 最大 64 Mbyte
• 可扩展RAM	存储卡(RAM) 最大 64 Mbyte
备用	有
• 带有电池	全部数据
不带电池	无
执行时间	
执行时间	
• 位操作	最小 0.1µs
• 字指令	最小 0.1µs
• 整数运算指令	最小 0.1µs
• 浮点数运算指令	最小 0.6µs
定时器和计数器及其记忆性能	
S7计数器	512
• 记忆性可以设置	C 0 - C 511
• 预置	C 0 - C 7
• 计数范围	1 - 999
IEC计数器	有
• 类型	SFB
S7定时器	512
• 记忆性可以设置	T 0 - T 511
• 预置	无记忆性定时器
• 定时范围	10 ms - 9990 s
IEC定时器	有
• 类型	SFB

数据区及其记忆性能	
总记忆性数据区（包括存储器标记、定时器、计数器）	总工作存储器和装载存储器（带有备用电池）
存储标记	16 Kbyte
• 记忆性可以设置	MB 0 - MB 16383
• 预设记忆性	MB 0 - MB 15
时钟存储	8 （1个存储字节）
数据块	最多8191（DB 0保留）
• 大小	最大 64 Kbyte
局域数据（可以设置）	最大 64 Kbyte
• 预置	32 Kbyte
软件块	
OB	见“指令表”
• 大小	最大 64 Kbyte
嵌套深度	
• 每优先级	24
• 一个出错OB中附加	2
FB	最大 6144
• 大小	最大 64 Kbyte
FC	最大 6144
• 大小	最大 64 Kbyte
地址区（输入/输出）	
总I/O地址区域	16 Kbyte/16 Kbyte
• 分布式	
MPI/DP接口	2 Kbyte/2 Kbyte
DP接口	8 Kbyte/8 Kbyte
对于每个线束同步时钟，分布式 I/O 地址区均分，即分配 OB 61 ...64。	
过程映象	16 Kbyte/16 Kbyte（可以设置）
• 预置	1024 byte/1024 byte
• 分区过程映象的数量	最大 8
• 一致性数据	最大 244 byte
数字通道	131072/131072
• 中央分布	131072/131072
模拟通道	8192/8192
• 中央分布	8192/8192

组态	
中央机架/扩展单元	最大1/21
多计算	无
插入式接口模板的数量（总共）	最大 6
• IM 460	最大 6
• IM 463-2	最大 4，仅用于单一运行
DP主站数	
• 集成的	2
• 通过CP	最大 10
通过适配盒插入式S5模板的数量（中央机架上）	无
可操作功能模板和通讯处理器	
• FM	受插槽数量和连接数量的限制
• CP 441	受连接数量的限制（最大30个）
• Profibus和以太网CP，包括扩展型 CP 443-5	最大 14

时间	
时钟	有
• 缓存	有
• 分辨率	1 ms
• 精度	
- 断电	每天偏差 1.7s
- 电源上电	每天偏差 8.6 s
运行时间计时器	8
• 数量	0 - 7
• 数值范围	0 到32767小时
• 间隔	1小时
• 保持	有
实时同步	有
• PLC，MPI 和 DP	作为主站或从站
通过以下同步时的系统日时钟差	
• 以太网	最大 10 ms
• MPI	最大 200 ms

S7 报文功能	
报文功能可以登录的站数（例如WIN CC或SIMATIC OP）	最大 16
• 报文数量	
- 总体	最大 1024
- 100 ms 间隔	最大 128
- 500 ms 间隔	最大 512
- 1000 ms 间隔	最大 1024
• 每个报文附加数值的数量	
- 100 ms 间隔	最大 1
- 500，1000 ms 间隔	最大 10
与块相关的报文	有
• 同时激活的ALARM-S/SQ块和ALARM-D/DQ块	最大 200
ALARM-8 块	有
• ALARM-8 块和S7通讯块的通讯作业数量（可以设置）	最大 10000
• 预置	1200
状态	有
可以同时登录的档案数量（SFB 37 AR_SEND）	64

测试和启动功能	
监视/修改标志	有
• 变量	输入、输出、存储标志、数据块、分布式I/O、定时器及计数器
• 变量数量	最大 70
强制	有
• 变量	输入、输出、存储标志、数据块、分布式I/O
• 变量数量	最大 512
状态块	有
单序	有
诊断缓冲区	有
• 输入数量	最大 3200（可以设置）
• 预置	120
断点的数量	4

通讯功能	
编程器/OP通讯	有
可连接的OP数量	16个，具有报文处理功能
通过所有接口和CP的S7连接的连接资源数量	64个，其中有一个预留给PG和OP
S7通讯	有
● 每作业的用户数据	最大 64 Kbyte
- 一致性数据	32 byte
S5兼容通讯	可以（通过CP，最多10个，同时通过FC AG_SEND and AG_RECV）
● 每作业的用户数据	最大8Kbyte
- 一致性数据	32 byte
标准通讯（FMS）	可以（通过CP和可下载的FC）
接口	
第 1 接口	
接口类型	集成的
物理	RS 485/Profibus
隔离	有
接口电源（15 VDC - 30 VDC）	最大 150 mA
连接源数量	MPI： 44 DP: 32
功能	
● MPI	有
● PROFIBUS DP	DP主站
MPI	
● 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
– S7通讯	有
● 传输速率	最大 12 Mbps

DP 主站	
● 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
● 传输速率	最大12M波特
● DP从站数	最大 32
● 地址区域	最大 2 Kbyte 输入/ 2 Kbyte 输出
● 每个DP从站的用户数据	最大 244 byte输入，最大 244 byte输出，分为 244 个插槽，每个插槽 128 byte
第 2 接口	
接口类型	集成的
物理	RS 485/Profibus
隔离	有
接口电源（15 VDC - 30 VDC）	最大 150 mA
连接源数量	32
功能	
● PROFIBUS DP	DP主站
DP 主站	
● 工具	
- 编程器/OP通讯	有
- 路由	有
● 传输速率	最大12Mbps
● DP从站数	最大 125
● 地址区域	最大 8 Kbyte 输入/ 8 Kbyte 输出
● 每个DP从站的用户数据	最大 244 byte输入，最大 244 byte输出，分为 244 个插槽，每个插槽 128 byte
第 3 接口	
接口类型	插入式接口子模板（光缆）
可插入接口子模板	同步模板 IF 960 （仅对于冗余模式；对于单一模式，接口为空/被覆盖）

第4接口	
接口类型	插入式接口子模板 （光缆）
可插入接口子模板	同步模板 IF 960 （仅对于冗余模式； 对于单一模式， 接口为空/被覆盖）
编程	
程序语言	LAD，FBD，STL，SCL
指令集	见“指令表”
嵌套资源	8
系统功能（SFC）	见“指令表”
同时激活的SFC数量	
• WR_REC	8
• WR_PARM	8
• PARM_MOD	1
• WR_DPARM	2
• DPNRM_DG	8
• RDSYSST	1 ... 8
系统功能块（SFB）	见“指令表”
同时激活的SFB数量	
• RD_REC	8
• WR_REC	8
用户程序保护	密码保护
在过程映象中访问一致性数据	有

尺寸	
安装尺寸（B x H xT），[mm]	50×290×219
所需槽数	2
重量	大约1.07 kg
电压，电流	
从 S7-400 总线的电流损耗 （5V DC）	一般1.8 A 最大 2.0 A
从 S7-400 总线的电流损耗 （24 VDC） 在24 V时，CPU不消耗任何电流， 只在 MPI/DP 接口提供该电压。	 连接到 MPI/DP 接口的 部件的总电流消耗， 每个接口最大为 150 mA
备用电流	一般 75 µA 最大 860 µA
CPU 外部备用电压输入电源	5 VDC - 15 VDC
功率损失	一般9 W

CPU 作为 DP 从站

CPU 不能组态为 DP 从站。

13.3 冗余 I/O 的 FC 和 FB 运行时间

表 13-1 冗余 I/O 块的运行时间

块	单一模式运行时间	冗余模式运行时间
FC 450 RED_INIT 技术数据基于启动时的数据	每个组态的模板对 2 ms + 300µs。 模板对的技术参数为平均值。有些模板的运行时间可能小于 300µs。对于大多数的冗余模板，一般大于300µs。	-
FC 451 RED_DEPA	160µs	360µs
FB 450 RED_IN 根据相应的顺序级调用。	每个当前 TPA 的模板对，750µs+60µs 模板对的技术参数为平均值。 如果出现差异导致钝化并记录到诊断缓冲区中，运行时间可能会额外增加。 如果根据 FB RED_IN 的每个顺序级进行去钝化，运行时间也可能增加。 根据顺序级中的模板数量，去钝化会增加 FB RED_IN 的运行时间 0.4 到 8 ms。 如果在一个顺序级模板超过 370 对，冗余运行的模板可能会增加 8 ms。	每个当前 TPA 的模板对，1000µs +70µs 模板对的技术参数为平均值。 如果出现差异导致钝化并记录到诊断缓冲区中，运行时间可能会额外增加。 如果根据 FB RED_IN 的每个顺序级进行去钝化，运行时间也可能增加。 根据顺序级中的模板数量，去钝化会增加 FB RED_IN 的运行时间 0.4 到 8 ms。 如果在一个顺序级模板超过370 对，冗余运行的模板可能会增加8 ms。
FB 451 RED_OUT 根据相应的顺序级调用。	每个当前 TPA 的模板对，650µs+2µs 模板对的技术参数为平均值。有些模板的运行时间可能小于 2µs。对于大多数的冗余模板，一般大于2µs。	每个当前 TPA 的模板对，860µs +2µs 模板对的技术参数为平均值。有些模板的运行时间可能小于 2µs。对于大多数的冗余模板，一般大于 2µs。
FB 452 RED_DIAG	在 OB 72 中调用：160µs 在 OB82、83、85 中调用： 每个组态的模板对，250µs+5µs 由于其地址不在数据块的开始处，FB RED_DIAG的运行时间总会增加。 如果有中断触发器的地址不属于冗余 I/O，运行时间可能会增加大约1.5 ms。 当作业数据块为 60 Kb 或以上时，将出现这种情况。	在 OB 72 中调用：360µs 在 OB82、83、85 中调用： 每个组态的模板对 430µs（基本负载）+ 6µs 由于其地址不在数据块的开始处，FB RED_DIAG 的运行时间总会增加。 如果有中断触发器的地址不属于冗余 I/O，运行时间可能会增加大约 1.5 ms。 当作业数据块为 60 Kb 或以上时，将出现这种情况。
FB 453 RED_STATUS	每个组态的模板对，160µs +4µs 运行时间取决于在作业数据块中搜索模板的位置（随机）。 如果模板地址非冗余，将搜索整个作业数据块。这会使 FB RED_STATUS 的运行时间最长。最大运行时间 = 160 µs+4µs/ 组态的模板对*总模板对数 模板对数根据所有输入（DI/AI）或所有输出（DO/AO）。	每个组态的模板对，350 µs +5µs 运行时间取决于在作业数据块中搜索模板的位置（随机）。 如果模板地址非冗余，将搜索整个作业数据块。这会使 FB RED_ STATUS 的运行时间最长。最大运行时间=350µs+5µs/组态的模板对*总模板对数 模板对数根据所有输入（DI/AI）或所有输出（DO/AO）。

注意

这些都是典型值，不是绝对值。在有些情况下，实际数值可能会与这些技术参数有差别。本概述旨在提供指南，帮助你评估 RED_IO 库的使用对循环时间的影响。

A 冗余可编程逻辑控制器的特征值

附录 A 对冗余可编程逻辑控制器作简要介绍并通过一些选择的配置展示冗余配置类型的实际作用。

关于各种 SIMATIC 产品的 MTBF 综述，请参见网上 SIMATIC FAQ：
http://www.siemens.com/automation/service&support，标识号 1160399。

A.1 基本概念

通常用来对冗余可编程逻辑控制器进行定量评价的参数是可靠性和可用性，下面进行详细介绍。

可靠性

可靠性是技术装置在运行过程中实现其功能的特征参数。一般来说，当有元件损坏时，就不再保持其功能。

MTBF（**平均故障间隔时间**）经常用来作为判断可靠性的依据。它可以通过对正在运行的系统进行统计来决定，或是对所使用的元件的故障率进行计算来决定。

模板的可靠性

SIMATIC 元件的可靠性非常高，这是在开发和生产过程中具有全面质量保证措施的结果。

下面一些平均值适用于 SIMATIC 模板：

- 中央处理器的 MTBF：15 年
- I/O 模板的 MTBF：50 年

可编程逻辑控制器的可靠性

采用冗余模板可在很大程度上延长系统的 MTBF。由于具备高质量的自检查和用于故障检查的装置（这些都已集成在 S7-400H 的 CPU 内）实际上所有故障都已被发现和局部化。诊断覆盖率（dc）约 95％。

从单系统（具有 $MTBF_{1001}$ 的 1OO1 系统）的可靠性出发，可以从以下公式计算 S7-400H，作为一个双通道的（2OO2）容错系统的可靠性：

$$MTBF_{1V2} = \frac{MTBF_{1V1}^{\ 2}}{2MDT + 2(1 - dc) \cdot MTBF_{1V1}}$$

S7-400H 的 MTBF 由 MDT（**平均停机时间**）来决定。该时间主要由故障检查时间和需要用来进行检修和更换有故障模板的时间所组成。

故障检查时间是配置的检查周期时间的一半（缺省为 90 分钟）。用于模板系统，例如 S7-400H 的检修时间一般为 4 个小时。

可用性

可用性是一个系统在一个特定的时间点进行操作的可能性。它能通过冗余进行增强，例如，在一个采样点通过采用冗余 I/O 模板或通过采用多个传感器来增强系统可用性。冗余元件的布置使得系统的运行能力不受单个元件损坏的影响。再有，可用性还有一个重要部分就是详细的诊断显示。

系统的可用性是用百分数来表示的。它由平均故障间隔时间（MTBF）和平均维修时间（MTTR）来决定。双通道（2OO2）容错系统的可用性可由下面公式来进行计算：

$$V = \frac{MTBF_{1V2}}{MTBF_{1V2} + MDT} 100\%$$

A.2 对选择的配置进行 MTBF 比较

以下章节对具有中央 I/O 的系统进行比较。

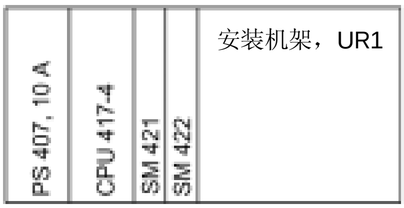
为进行计算，设定了以下构架条件：

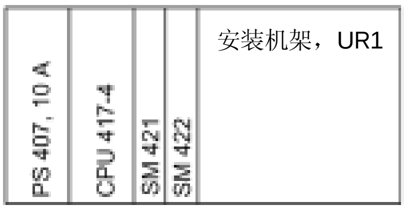
- MDT（平均停机时间）4 小时
- 环境温度 40℃
- 缓冲电压得到保证

A.2.1 带有中央 I/O 的系统配置

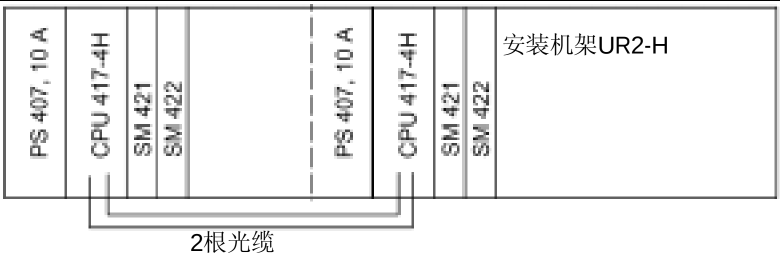
下面将带有标准 CPU（CPU 417-4）的系统作为计算参考因数的基础，它规定了其它的具有中央 I/O 的系统的多组可用性，用基线进行比较。

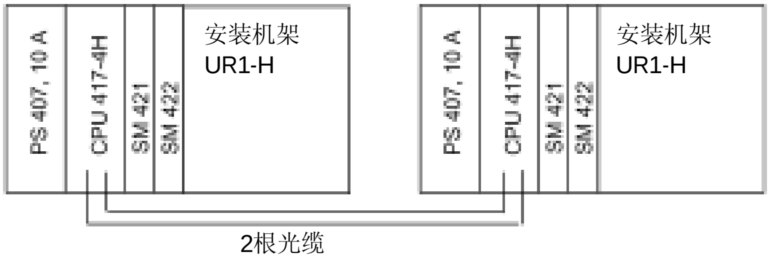
单一运行的标准 CPU 和容错 CPU

标准CPU（例如CPU 417-4）	基线
	1

单一运行的容错 CPU（例如 CPU 417-4H）	因数
	1

不同安装机架中的冗余 CPU

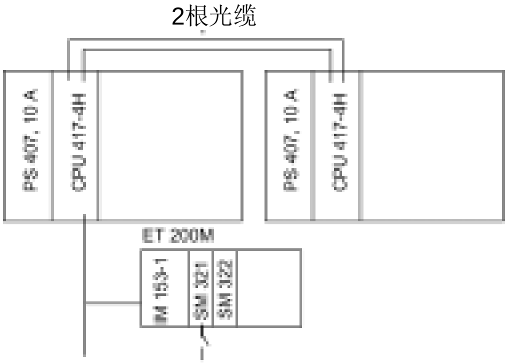
中分的安装机架上的冗余CPU 417-4H	因数
	57

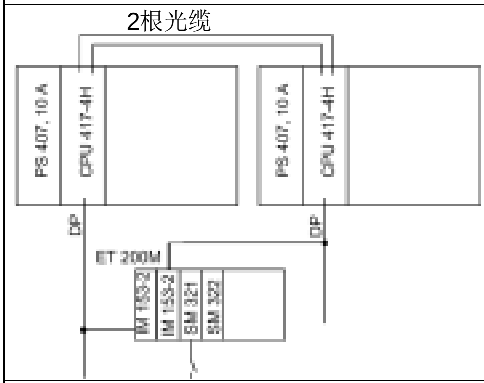
分开的安装机架上的冗余CPU 417-4H	因数
	59

A.2.2 带有分布式 I/O 的系统配置

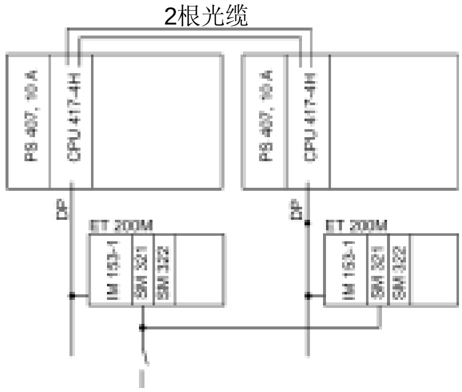
下面带有两个容错 CPU 417-4H 和一个单向 I/O 的系统被用作计算参考因数的基础，它确定了其它的具有分布式 I/O 的系统的用基线进行比较的多组可用性指标。

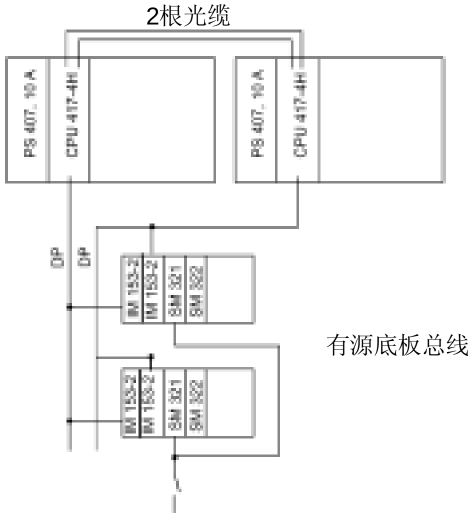
带有单通道、单向或切换式 I/O 的冗余 CPU

单向分布式I/O	基线
	1

切换式分布式 I/O	因数
	3 or 12*
* 因数3适用的情况是当I/O模板发生故障时导致整个系统停止。因数12适用的情况是当I/O模板发生故障时不导致整个系统停止。	

带有冗余 I/O 的冗余 CPU

单通道单向 I/O	MTBF 因数
	65

单通道切换式 I/O	MTBF 因数
	70

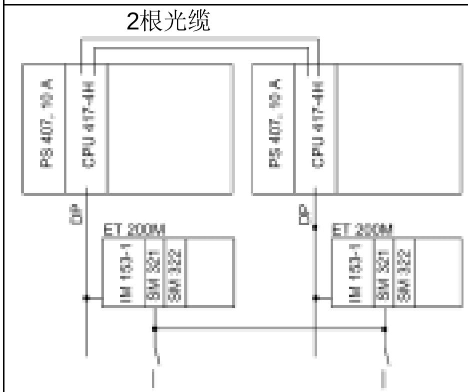
冗余 I/O	MTBF 因数
	见下表

表 A-1　冗余 I/O 的 MTBF 因数

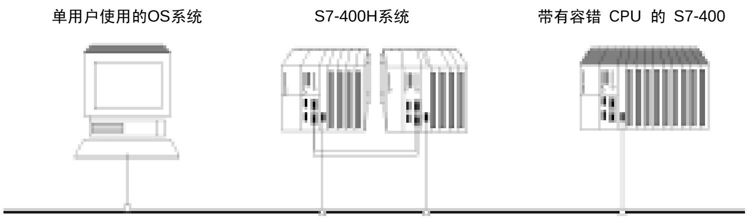
模板	MLFB	MTBF 因数
数字量输入模板，分布式		
DI 24xDC24V	6ES7 326-1BK00-0AB0	500
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 326-1RF00-0AB0	500
DI16xDC24V，中断	6ES7 321-7BH00-0AB0	20
模拟量输入模板，分布式		
AI 6x13 位	6ES7 336-1HE00-0AB0	500
AI 8x12 位	6ES7 331-7KF02-0AB0	25
数字量输出模板，分布式		
DO 10 x DC24V/2A	6ES7 326-2BF00-0AB0	500
DO 8 x DC24V/2A	6ES7 322-1BF01-0AA0	3
DO 32 x DC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0	3

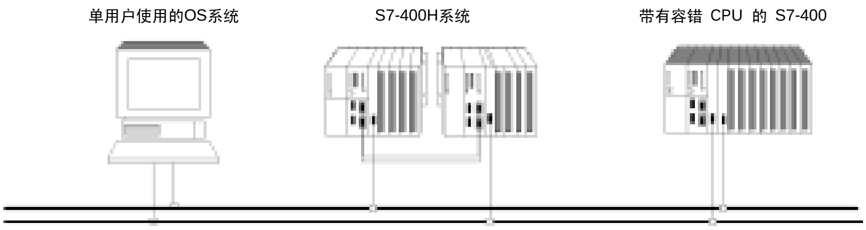
A.2.3　带有标准和容错通讯的系统配置比较

以下章节对由容错系统、单一运行容错 CPU 和单通道 OS 组成的配置进行标准和容错通讯之间的比较。

在比较时，只考虑通讯部件 CP 和电缆。

具有标准和容错通讯的系统

标准通讯	基线
	1

容错通讯	因数
	83

B 单一运行

概述

附录 B 为容错 CPU（CPU 414-4H 或 CPU 417-4H）的单一运行提供必要的信息。学习掌握下列内容：

- 如何定义单一运行
- 何时需要单一运行
- 对单一运行要考虑些什么
- 容错专用 LED 如何响应
- 如何为单一运行配置容错 CPU。
- 如何将其扩展为容错系统

  在附录 D 中含有与标准 S7-400 CPU 相比较后存在的差异，这些差异在配置和编程容错 CPU 时必须要予以考虑。

定义

对于单一运行，我们理解为在标准 SIMATIC-400 站使用容错 CPU。

单一运行的理由

以下应用只能采用容错 CPU。亦就是说，它们不能采用 S7-400 系列标准 CPU。

- 采用容错连接
- S7-400F 安全型可编程逻辑控制器的配置

  只有当采用具有安全的运行时间许可的容错 CPU 时，安全的用户程序才可能被认为是可执行的（欲知更多信息可《S7-400F *和* S7-400FH *可编程逻辑控制器*》*手册*）。

注意

在单一运行中，也可以进行容错 CPU 自检功能。

对容错 CPU 的单一运行必须要考虑些什么

注意

如果容错 CPU 用于单一运行，就不必插入同步模板。

与标准 S7-400 CPU 比较，容错 CPU 的特点是有一些附加功能，但又不支持某些功能。因此，必须要知道你的用户程序应在哪种 CPU 上运行，特别是当正在为可编程逻辑控制器进行编程时。为标准 S7-400 CPU 编写的程序将不会正常地在容错 CPU 上不经修改地以单一运行的方式运行。

下表列出了标准的 S7-400 CPU 运行与容错 CPU 单一运行和冗余运行之间的差异情况。

表 B-1 S7-400 和 S7-400H 之间的区别

功能	标准S7-400 CPU	单一运行 H-CPU	H-CPU 冗余系统模式
面向符号信息（SCAN）的使用	有	无	无
多计算（OB60，SFC35）	有	无	无
不装入组态的启动	是，如果无IM，无CPs和FMs插接，无扩展单元连接	无	无
DP模板插入接口模板的模板槽内	有	否，模板槽只供同步子模板使用	否，模板槽只供同步子模板使用
通过IM或连接器套管连接S5模板	有	通过 IM 463-2，固件版本 3.1	无
通电后执行一个高质量的RAM检测作业	无	有	有
运行时的自检功能	无	有	有
冗余故障OB（OB70，OB72）	无	是，但无调用	有
背景处理（OB90）	有	无	无
重新启动（OB101）	有	无	无
规定在OB启动信息中的机架号和CPU	无	有	有
SSL ID W#16#0019（所有LED的状态）	对容错专用LED无数据记录	对所有LED有数据记录	对所有LED有数据记录
SSL ID W#16#0222（对规定中断的数据记录）	对冗余故障OB（OB70，OB72）无数据记录	对所有中断OB有数据记录	对所有中断OB有数据记录
SSL ID W#16#0232索引数据记录中字“索引”的W#16#0004字节0	W#16#00	W#16#F8	单一模式：W#16#F8 或 W#16#F9 冗余：W#16#F8 和 W#16#F1 或 W#16#F9和W#16#F0
SSL ID W#16#XY71容错CPU组信息	无	有	有
SSL ID W#16#0174（模板LED的状态）	对容错专用LED无数据记录	对所有LED有数据记录	对所有LED有数据记录
规定诊断缓冲器入口的机架号和CPU	无	有	有
多 DP 主站模式	有	有	无
DP从站之间的直接通讯	有	无	无
DP从站的等距离	有	无	无
DP从站组与SFC11“DPSYC_FR”同步	有	无	无
全局数据通讯	有	否既不是周期地，也不是用SFC 60“GD_SND”和SFC61“GD_RCV”	否既不是周期地，也不是用SFC 60“GD_SND”和SFC61“GD_RCV”

功能	标准S7-400 CPU	单一运行 H-CPU	H-CPU 冗余系统模式
S7基本通讯	有	无	无
SFC 90“H_CTRL”	无	有	有
中央使用 FM	有	有	无
操作员面板可以在 MPI 中使用	有	有	有
操作员面板可以在 PROFIBUS-DP 中使用	有	有	无
作为 DP 从站运行	有	无	无
动态修正系统	是，详见“使用 CIR 运行过程中的系统修正”手册。	是，详见“使用 CIR 运行过程中的系统修正”手册。	是，冗余运行详见第 11 章

专用容错 LED

在下表中规定了 LED REDF、IFM1F、IFM2F、MSTR、RACKO 和 RACK1 的状态响应。

LED	响应
REDF	暗
IFM1F	暗
IFM2F	暗
MSTR	亮
RACK0	亮
RACK1	暗

配置单一运行

要求：必须要安装“S7 容错系统”选件包。在 H CPU 中，不能使用同步模板。

按下列步骤执行：

1. 将 SIMATIC-400 站插入用户项目中
2. 按照硬件配置情况，用容错 CPU 配置站。对单一运行，必须将容错 CPU 插入到标准机架中（Insert > Station > S7-400 Station in SIMATIC Manager）。
3. 为容错 CPU 赋参数值。可以使用缺省值或客户化必要的参数。
4. 配置必要的网络和连接。对单一运行，可以配置“容错的 S7 连接”类型的连接。

可在 SIMATIC Manager Help 帮助主题的步骤中和“S7 容错系统”选件包的 Help（帮助文件）中得到帮助。

升级至容错系统

注意

只有在还没有对单一运行的扩展单元赋任何奇数值的情况下，才有可能升级至容错系统。

如果要将容错 CPU 升级至容错系统，要完成下列各步骤：

1. 打开一个新的项目并插入容错站
2. 从标准 SIMATIC-400 站拷贝全部机架并两次插入容错站。
3. 插入必要的子网络。
4. 如果需要的话，从容错站中原单一运行项目中拷贝 DP 从站。
5. 重新配置通讯链路。

6. 按需要进行修改—通过插入单向 I/O。

有关配置步骤，详见“S7 H 系统”附加软件包的在线帮助系统。

安装和启动容错系统

在安装和启动容错系统时，建议按照下列步骤进行。

1. 将配置好的 H 系统保存在 Flash 存储卡中，如果使用 PCS7，保存在工程系统（ES）中。
2. 当安装同步子模板时，要确保机架号已设置正确。
3. 不要用光纤电缆连接同步子模板。
4. 将闪速存储卡插入相关的中央处理器中并启动它。此时，STOP LED 闪烁（复位请求）。
5. 为两个中央处理器进行手动复位。
6. 使用光纤电缆连接两个同步模板。
7. 启动两个中央处理器。

这样，容错系统就在冗余系统模式下开始作业。

改变 H CPU 的运行模式

更改 H CPU 的运行模式，根据所期望的运行模式以及 CPU 的模板机架号，可如下进行：

从冗余模式改为单一模式

1. 移出接口模板。
2. 无热备通电。
3. 将项目装入被组态为单一模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 0

1. 连接机架号 0 的同步模板组。
2. 无热备通电。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

从单一模式改为冗余模式，模板机架号 1

1. 连接机架号 1 的同步模板组。
2. 无热备通电。
3. 将项目装入被组态为冗余模式的 CPU 中。

C 从 S5-H 至 S7-400H 的转换

如果用户已经熟悉 S5 家族的容错系统，附录 C 将帮助你将它转换成容错的 S7 系统。
一般来说，为了将 S5-H 转换成 S7-400H，需要具备 STEP 7 组态软件的知识。

C.1 总体介绍

文件

下列一些手册可用于熟悉 STEP 7 基本软件：

- 配置硬件和通讯连接 STEP 7 V5.2
- STEP 7 V5.2 编程

下列一些参考手册介绍了个别的编程语言。

- 系统和标准功能
- 用于 S7-300/400 的 AWL、KOP、FUP

当用户在进行转换时，手册“*从 S5 至 S7*”将为你提供详细的信息。

C.2 组态、编程和诊断

组态

在 STEP 5 中，组态是用独立的组态软件包，例如，COM 155H 来完成的。

在 STEP 7 中，我们采用标准软件与可选软件包“S7 H Systems”一起来组态容错 CPU，使用 SIMATIC 管理器，生成容错站并用 HWCONFIG 对它进行组态。容错 CPU 的特点全部综合到一些寄存器中。网络上的集成和连接上的配置都是用 NetPro 来完成的。

诊断和编程

S5 的故障诊断是借助故障数据块来实现的，系统将所有故障都输入其中。故障 OB37 对每个入口都是自动启动的。更多的信息已储存到 H 存储器字中。

H 存储器字由状态字节和控制字节组成。控制信息可以逐位地设置在 STEP 5 用户程序中。

在 STEP 7 中，系统诊断是依靠诊断缓冲区来完成，或是从站状态表中显示部分列表来完成（例如，用于容错系统的特殊信息在 SSL 71 中）。该项检查可借助编程装置实现，也可以在用户程序中使用 SFC 51“RDSYSST”来进行。

OB70 和 OB72 可相应地用于 I/O 冗余丢失和 CPU 冗余丢失的情况。

在 STEP 7 中，控制字节的功能是依靠 SFC 90H_CTRL 来实现的。

S5对象	等同于S7
故障OB37	故障OBs OB70和OB72
存储器控制字	SFC 90“H_CTRL”
存储器状态字	SZL71
故障块	诊断缓冲区

D 容错系统和标准系统之间的区别

当使用容错 CPU 配置和编程容错可编程控制器时，与标准 S7-400 CPU 之间的差别将变的非常清楚。一方面，与标准 S7-400 CPU 相比较，容错 CPU 具有一些补充功能，而另一方面，容错 CPU 又不支持某些功能。特别是在容错 CPU 上运行为标准 S7-400 CPU 生成的程序时，则更要考虑到这一点。

说明容错系统编程和标准系统编程之间不同之处的诸项在下面汇总给出。详细差别见附录 B。

如果在用户程序中用到了一个相关调用时（OB 和 SFC），就需要适当地修改用户程序。

容错系统的补充功能

功能	补充编程
冗余故障OB	• I/O冗余故障OB（OB70） • CPU冗余故障OB（OB72） 用户将在参考手册*系统和标准功能*中找到详细的信息
在OB启动信息中和在诊断缓冲器入口的补充信息	规定了机架号和CPU（主机/热备）。用户可以评价该程序中的补充信息
用于容错系统的SFC	使用 SFC 90“H_CTRL”，可以控制容错系统中的过程。
容错的通讯连接	容错连接已组态好，不需要进一步编程。 当用户正在使用容错连接时，用户可以为已组态好的连接使用SFB。
自检查	自检查是自动进行的，不需要进一步编程。
切换式I/O	不需要进一步编程，参见第 7.3 节。
系统状态表上的信息	• 你可通过具有SSL ID W#16#019的部分表得到用于容错专用LED的数据记录。 • 可通过具有SSL ID W#16#D222的部分表得到用于冗余故障OBs的数据记录。 • 可通过具有SSL IDW#16#xy71的部分表得到容错系统当前状态信息。 • 可通过具有SSL ID W#16#0174的部分表得到用于容错专用LED的数据记录。 • 带有SSL-ID W#16#xy75的部分表可提供容错系统和切换式DP从设备之间通讯状态的信息。
更新期间的监视	操作系统监视下面4个可组态的定时器： • 最大扫描周期时间扩展 • 最大通讯时间延迟 • 优先级>15的最大保持时间 • 最小I/O保持时间 为此无需其它编程。欲知更详细信息请参考第 6 章。

与标准 CPU 相比容错 CPU 的限制

功能	容错 CPU 的限制
面向符号信息（SCAN）的使用	不能使用面向符号信息
热再启动	不能热启动。不支持 OB 101。
多计算	不能进行多计算。不支持 OB 60 和 SFC 35
不装入组态的启动	不能进行不装入组态的启动
背景OB	不支持 OB 90
CPU硬件故障	不支持OB 84。如果有不规则的故障发生，CPU将故障输入到诊断缓冲器中并继续运行
全局数据通讯	不能进行GD通讯（无论是周期地还是通过调用系统功能SFC60“GD-SND”和SFC61“GD_RCV”）
基本通讯	不支持用于基本通讯的通讯功能（系统功能）。
多 DP 主站模式	H-CPU 不支持冗余运行模式下的 DP 主站模式。
DP从站之间的直接通讯	不能用STEP 7进行配置
DP从站的等距离	在容错系统中没有DP从设备的等距离
同步DP从设备	不能进行DP从设备组的同步。不支持SFCH“DPSYC_FR”。
激活或去活DP从站	不能激活或去活DP从站。不支持 SFC 12“D_ACT_DP”。
非初始化的局部数据	当局部数据存储在数据区域（存储器标志、数据块等）时，或是如果它们干扰程序执行，则局部数据必须要初始化。非初始化的局部数据会在容错系统上产生同步错误，使一个CPU停止运行，系统转到单一模式。
运行时间响应	在CPU 414-4H 和 CPU 417-4H上的命令执行时间比在相应标准CPU（CPU 414-和 CPU 417-4）上要稍长（参考操作表S7-400）。对时间有严格要求的应用，对此要予以考虑。可能需要增加扫描周期监视时间。
DP 循环时间	对于 CPU 414-4H 和 CPU 417-4H，DP 循环时间稍长于标准 CPU。
延迟和阻塞	在更新期间： • 对数据记录的同步SFC给予否定应答。 • 信息被延迟。 • 所有优先级<15的OB块一开始就被延迟。 • 通讯任务被拒绝或被延迟。 • 最后所有优先级被阻塞。 欲知更详细信息请参考第6章。
S5 连接	不能通过适配器模板连接 S5 模板。S5 模板通过 IM 463-2 的连接只能在单一模式下运行。
CPU 作为 DP 从站	不可能

E 用于 S7-400H 的功能模板和通讯处理器

可以在 S7-400 上使用下列功能模板（FM）和通讯处理器（CP）。

集中使用 FM 和 CP

模板	订货号	版本	单向	冗余
计数器模板FM 450	6ES7450-1AP00-0AE0	版本2或以上	有	无
通讯处理器CP 441-1（点对点连接）	6ES7441-1AA02-0AE0	版本2或以上	有	无
	6ES7441-1AA03-0XE0	版本1或以上，带有固件版本V1.0.0		
通讯处理器CP 441-2（点对点连接）	6ES7441-2AA02-0AE0	版本2或以上	有	无
	6ES7441-2AA03-0XE0	版本1或以上，带有固件版本V1.0.0		
通讯处理器CP443-1 Multi（SINEC H1 工业以太网，TCP/ISO传送）	6GK7443-1EX10-0XE0	版本1或以上，带有固件版本V1.0.1	有	有
	6GK7443-1EX11-0XE0	版本1或以上，带有固件版本 V1.1.0	有	有
通讯处理器CP443-5 BASIC（PROFIBUS；S7通讯）	6GK7443-5FX01-0XE0	版本1或以上，带有固件版本V3.1	有	有
通讯处理器CP443-5扩展（PROFIBUS；在PROFIBUS-DP上的主站）[1)]	6GK7443-5DX02-0XE0	版本2或以上，带有固件版本 V3.2.3	有	有
通讯处理器CP443-5 扩展型（PROFIBUS DPV1）[1) 2)]	6GK7443-5DX03-0XE0	版本2或以上，带有固件版本V4.0.0	有	有

1) 只有这些模板才能在 PROFIBUS DP 上用作外部主站接口。

2) 只有该模板支持作为外部 DP 主站接口的 DPV1（符合标准 IEC 61158/ EN 50170）。

分布式单向使用的 FM 和 CP

注意

可将所有为带有 S7-400H 的 ET 200M 发行的 FMs 和 CPs 以分布式和单向模式使用。

分布式切换使用的 FM 和 CP

模板	订货号	版本
通讯处理器CP 341-1（点对点连接）	6ES7341-1AH00-0AE0 6ES7341-1BH00-0AE0 6ES7341-1CH00-0AE0	版本3或以上
	6ES7341-1AH01-0AE0 6ES7341-1BH01-0AE0 6ES7341-1CH01-0AE0	版本1或以上， 带有固件版本V1.0.0
通讯处理器CP 342-2（ASI总线接口模板）	6GK7342-2AH01-0XA0	版本1或以上， 带有固件版本V1.10
通讯处理器OP343-2（ASI总线接口模板）	6GK7343-2AH00-0XA0	版本2或以上， 带有固件版本V2.03
计数器模板350-1	6ES7350-1AH01-0AE0 6ES7350-1AH02-0AE0	版本1或以上

模板	订货号	版本
计数器模板350-2	6ES7350-2AH00-0AE0	版本2或以上
控制器模板FM 355 C	6ES7355-0VH10-0AE0	版本4或以上
控制器模板FM 355 S	6ES7355-1VH10-0AE0	版本3或以上
高速布尔处理器 FM 352-5	6ES7352-5AH00-0AE0	版本1或以上， 带有固件版本V1.0.0
控制器模板FM 355-2 C	6ES7355-0CH00-0AE0	版本1或以上， 带有固件版本V1.0.0
控制器模板 FM 355-2 S	6ES7355-0SH00-0AE0	版本1或以上， 带有固件版本V1.0.0

注意

单向和切换式功能和通讯模板在 H 系统中不同步，即使在系统中只有两个。例如单向运行的两个 FM 450 就不与其计数器同步。

F 冗余 I/O 连接举例

本附录包含有冗余 I/O 连接举例。为了简化说明，在图中只显示了两个冗余模板的第一个通道。

更多连接举例，请参见网上 SIMATIC FAQ：http://www.siemens.com/automation/service&support，关键字“冗余 I/O”。

章节	说明	页码
F.1	SM 321；DI 16 X DC 24V，6ES7321-7BH00-0AB0	F-2
F.2	SM 322；DO 32 X DC 24V/0.5A，6ES7322-1BL00-0AA0	F-3
F.3	SM 331；AI 8 X 12 位，6ES7331-7KF02-0AB0	F-4

F.1 SM 321；DI 16 X DC 24V，6ES7321-7BH00-0AB0

下图所示为两个冗余传感器和两个 SM 321；DI 16 X DC 24V 之间的连接。传感器总是连接到通道 0 或通道 8。

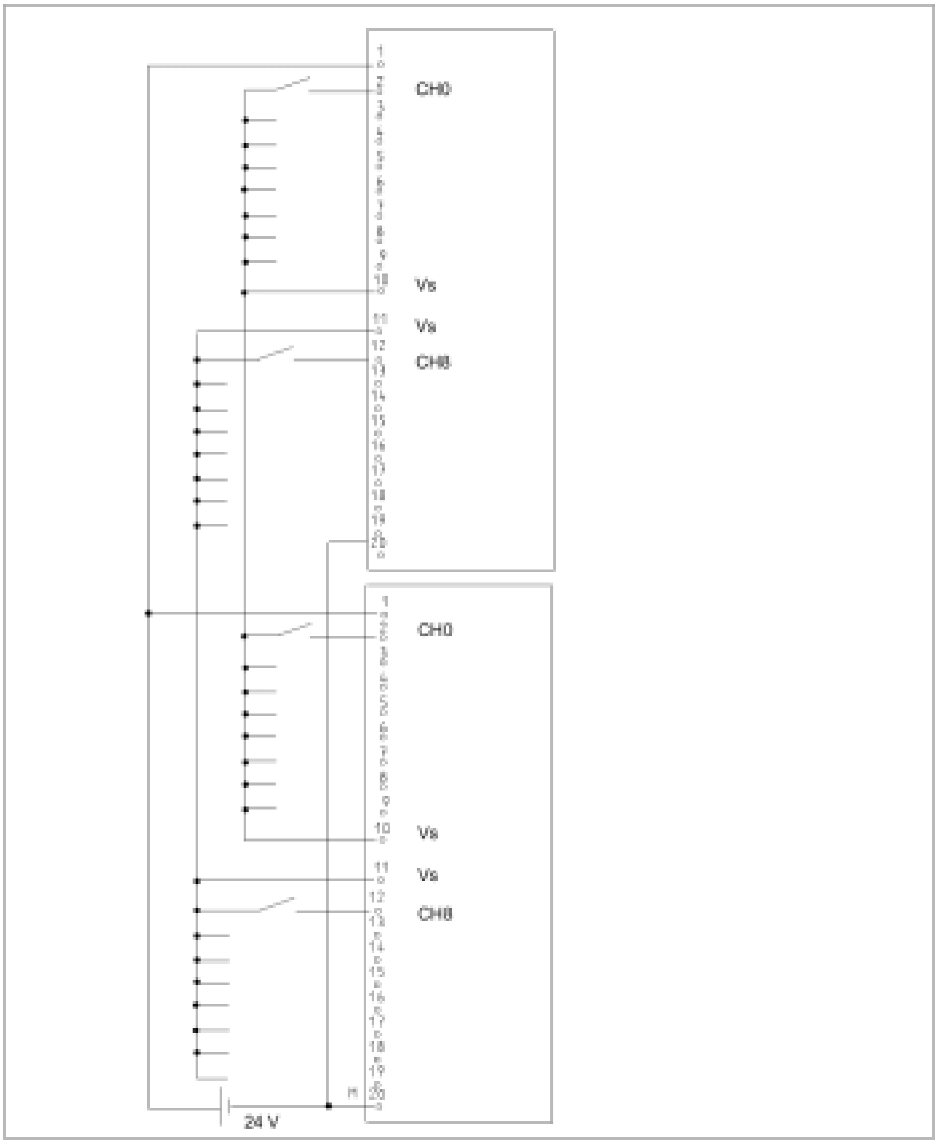


图 F-1 SM 321；DI 16 X DC 24V 连接举例

F.2 SM 322；DO 32 X DC 24V/0.5A，6ES7322-1BL00-0AA0

下图所示为一个执行器和两个冗余 SM 322；DO 32 X DC 24V 之间的连接。执行器总是连接到通道 1。

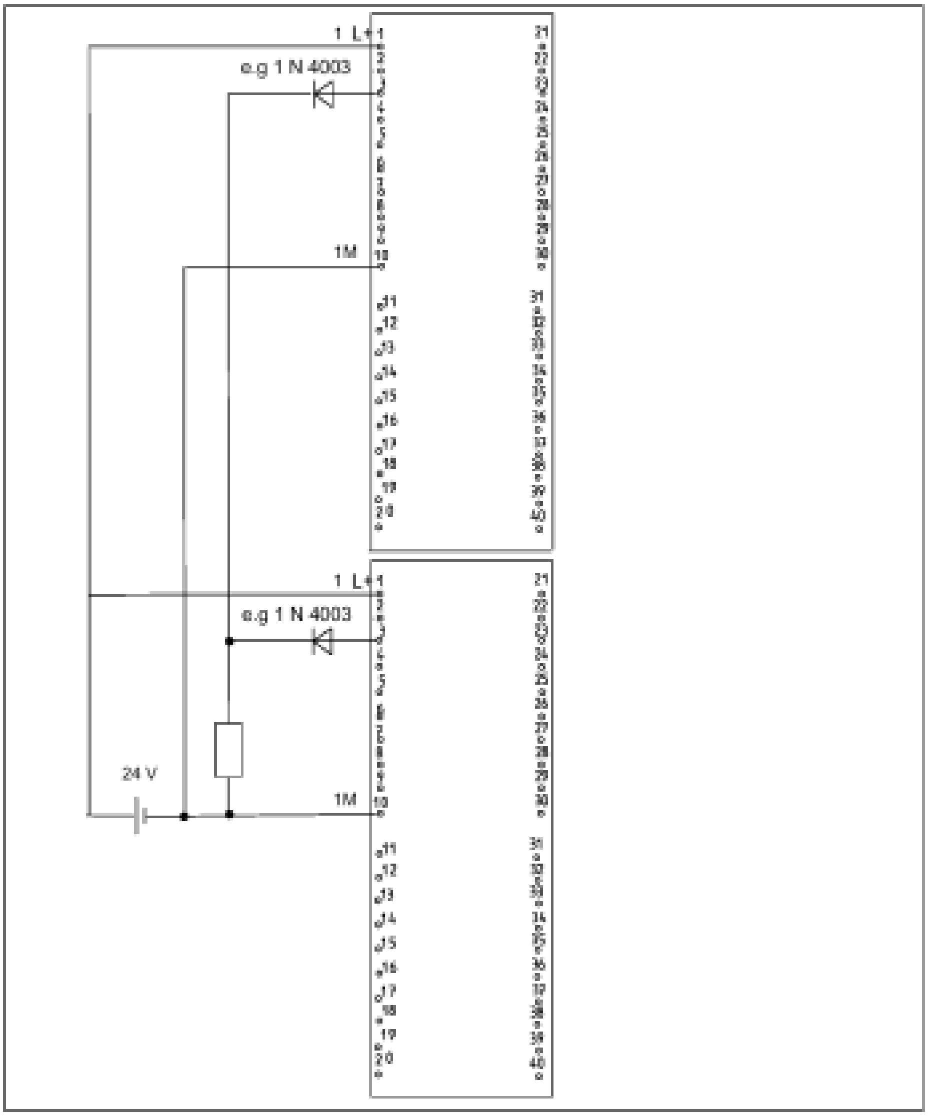


图 F-2 SM 322；DO 32 X DC 24 V/0.5 A 连接举例

F.3 SM 331；AI 8 X 12 位，6ES7331-7KF02-0AB0

下图所示为一个变送器和两个 SM 331；DI 8 X 12 位之间的连接。变送器总是连接到通道 1。

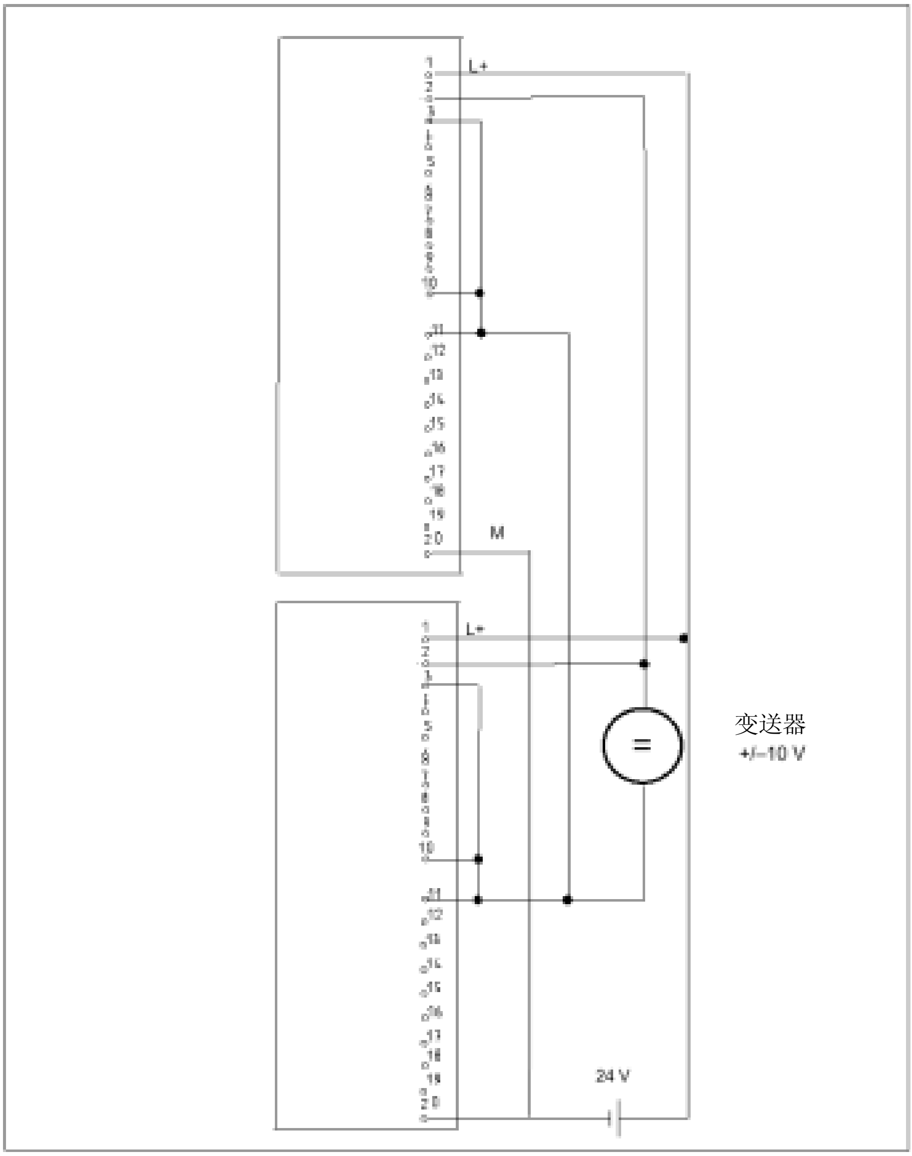


图 F-3 SM 331；AI 8 × 12 位的连接举例

术语

1OO2 系统

见双通道 H 系统

比较错误

在容错系统中比较存储器时可能出现的错误。

双通道 H 系统

具有两个中央模板的 H 系统

安全型系统

安全型系统的特点是，当发生故障时它们仍可保持在安全状态或会直接进入其它安全状态。

容错系统

容错系统设计用于降低生产故障停工率。其可用性可以通过部件冗余而增强。

H 站

包含两个中央处理器（主 CPU 和热备 CPU）的容错站。

H 系统

至少包含两个中央处理器（主 CPU 和热备 CPU）的容错系统。在主 CPU 和热备 CPU 中，用户程序的处理相同。

I/O，单向

当一个 I/O 模板只能由一个冗余中央处理器访问时，我们称之为单向 I/O。单向 I/O 可以是单通道，也可以是多通道（冗余）。

I/O，冗余

当一个处理信号有多个可用 I/O 模板时，我们称之为冗余 I/O。冗余 I/O 可以单向连接，也可以切换式连接。应用：“冗余单向 I/O”或“冗余切换式 I/O”

I/O，单通道

与冗余 I/O 相比，当一个处理信号只有一个可用 I/O 模板时，我们称之为单通道 I/O。它既可以单向连接，也可以切换式连接。

I/O，切换式

如果一个 I/O 模板可以由所有一个容错系统中的所有冗余中央处理器访问，我们称之为切换式 I/O 模板。它既可以是单通道，也可以是多通道（冗余）。

链接

在容错系统的链接系统模式，主 CPU 和热备 CPU 将比较存储器的组态以及装载存储器的内容。如果在用户程序中存在差异，用主 CPU 更新热备 CPU 的用户程序。

主 CPU

主 CPU 是指启动时的第一个冗余中央处理器。当冗余链接丢失时，它仍可继续作为主 CPU 运行。在主 CPU 和热备 CPU 中，用户程序的处理相同。

平均故障间隔时间（MTBF）

两次故障之间的平均时间，因此，可做为一个模板或一个系统的可靠性判据。

平均停机时间（MDT）

平均停机时间（MDT）主要由故障检查时间和需要用来进行检修和更换有故障模板的时间所组成。

平均维修时间（MTTR）

“平均维修时间”是指一个模板或一个系统的平均维修时间，即，出现故障直至故障修复的时间。

冗余，功能性

采用冗余性，其它技术不仅可以恒定运行，而且也可作为计划功能。同义词：主动冗余性。

冗余模式

对于容错系统的冗余系统模式，中央处理器处于“RUN”模式，并在整个冗余链路中同步。

冗余系统

冗余系统的特点是，主要的自动化系统部件可以使用多次（冗余）。当一个冗余部件故障时，程序的处理仍不会中断。

冗余链路

用于同步和数据交换的一个容错系统的中央处理器之间的链接。

自检查

对于容错 CPU，在启动、循环处理以及出现比较错误时，将执行定义的自检功能。自检功能可以检查 CPU 和 I/O 的内容和状态。

单一模式

在容错系统的单一系统模式，主 CPU 处于 RUN 模式，热备 CPU 处于 STOP、TROUBLESHOOTING 或 DEFECTIVE 模式。

单一运行

对于单一运行，我们理解为在标准 SIMATIC-400 站使用容错 CPU。

热备 CPU

链接到主 CPU 容错系统的冗余中央处理器。当冗余链接丢失时，它进入 STOP 模式。在主 CPU 和热备 CPU 中，用户程序的处理相同。

STOP（停止）

对于容错系统：在容错系统的停止系统模式下，容错系统的中央处理器处于 STOP 模式。

同步模板

冗余链接到容错系统的接口模板

TROUBLESHOOTING（故障排除）

容错系统热备 CPU 的一种运行模式，在该模式下，CPU 执行完全自检功能。

Update（更新）

在容错系统的更新系统模式，用主 CPU 更新热备 CPU 的动态数据（同步）。